



TUGAS AKHIR - TM 141585

**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN ZAK 40KG PADA
WILAYAH JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
PEMODELAN SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS: PT SEMEN INDONESIA
(PERSERO) TBK)**

PANDU PHINTARU
2110 100 150

Dosen Pembimbing
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



FINAL PROJECT - TM 141585

**OPTIMIZATION OF 40KG BAGS OF CEMENT
DISTRIBUTION IN EAST JAVA AREA USING
DISCRETE SIMULATION MODELING
(CASE STUDY: PT. SEMEN INDONESIA
(PERSERO) TBK)**

PANDU PHINTARU
2110 100 150

Student Advisor
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

DEPARTEMEN OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty Of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN ZAK 40 KG PADA
WILAYAH JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
PEMODELAN SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS :PT. SEMEN INDONESIA
(PERSERO)Tbk)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

PANDU PHINTARU

Nrp. 2110 100 150

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc.....(Pembimbing)
(NIP: 196303141988031002)
2. Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc,PhD.....(Penguji 1)
(NIP: 195208011978031005)
3. Arif Wahyudi, ST,MT, PhD.....(Penguji 2)
(NIP: 197303222001121001)
4. Dr. Eng. Sutikno, ST,MT.....(Penguji 3)
(NIP:197407032000031001)

**SURABAYA
Januari 2016**



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Definisi Distribusi	8
2.2.1 Fungsi Distribusi	9
2.2.2 Fungsi–fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi	10
2.3 Komponen Distribusi Semen	10
2.3.1 Pabrik	11
2.3.2 Gudang Penyangga	12
2.3.3 <i>Packing Plant</i>	13
2.3.4 Distributor dan Toko	14
2.3.5 Moda Transportasi	14
2.4 Perilaku Biaya	17
2.5 Teori Perencanaan	18
2.6 Teori Sistem	19
2.7 Model	21
2.8 Simulasi	21

2.9 Simulator & Extend TM	23
2.10 Pengumpulan dan Analisa Data Masukan	24
2.11 Verifikasi	24
2.12 Validasi	26
2.13 Optimasi	28
2.13.1 Definisi Optimasi	28
2.14 <i>Linear Programming</i>	28
2.15 <i>Software Optimasi (Lingo)</i>	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Prosedur Penelitian	33
3.2.1 Studi Lapangan dan Identifikasi Permasalahan	33
3.2.2 Perumusan Masalah	34
3.2.3 Pengumpulan Data	34
3.2.4 Pengolahan Data	34
3.2.5 Pembuatan Model Simulasi Awal/ <i>Base Referensi</i> .	35
3.2.6 Verifikasi Model	35
3.2.7 Menjalankan Simulasi	36
3.2.8 Validasi Model	36
3.2.9 Pembuatan dan <i>Running</i> Model Alternatif	36
3.2.10 Penarikan Kesimpulan	37
BAB IV PENGOLAHAN DATA, PEMODELAN SISTEM DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Gambaran Umum Sistem	39
4.1.1 Pabrik	39
4.1.2 Unit Penyangga dan Gudang Penyangga	40
4.1.3 Alat Transportasi	40
4.1.4 Gudang Distributor	41
4.1.5 <i>End User</i> /Toko Kecil	41
4.2 Pengolahan Data	42
4.3 Simulasi Model Referensi	43
4.3.1 Pembuatan Model Konseptual	43
4.3.2 Pembuatan Model Extend TM 6	46

4.4	Validasi Model Referensi	52
4.5	Analisa Simulasi Model Referensi	53
4.5.1	Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Situbondo I	53
4.5.2	Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Pamekasan V	54
4.5.3	Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Bangkalan VII	55
4.6	Simulasi Model Alternatif	57
4.6.1	Analisa Simulasi Model Alternatif Pada Gudang Distributor Bangkalan VII	57
4.7	Optimasi Biaya Menggunakan <i>Software Linear Programming (LINGO)</i>	58
4.7.1	Pembuatan Model Lingo	59
4.7.2	Analisa Distribusi dan Biaya Pengiriman Semen Menggunakan Software LINGO	60
BAB V	KESIMPULAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
DAFTAR	PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69
BIOGRAFI	91

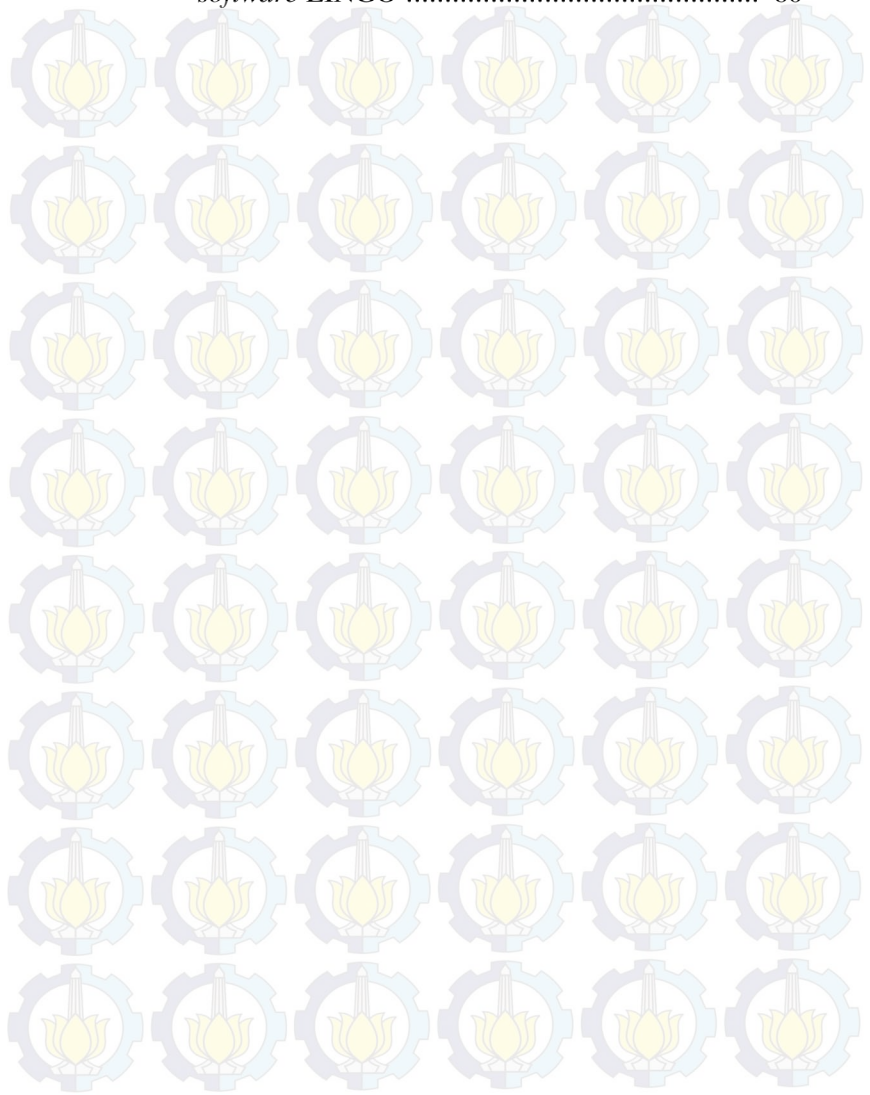


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Volume produksi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk	1
Gambar 1.2	Grafik volume produksi semen pada PT. Semen Indonesia	3
Gambar 2.1	Contoh penggunaan Software EXTEND™	23
Gambar 2.2	Alur proses pengumpulan data	24
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	33
Gambar 4.1	Model konseptual pendistribusian semen Zak 40 Kg	45
Gambar 4.2	Alur pendistribusian semen PT. Semen Indonesia	45
Gambar 4.3	Model simulasi semen menuju unit penyangga dan gudang penyangga	48
Gambar 4.4	Simulasi pengiriman semen menuju Gudang Distributor Mojokerto I dengan 1 asal pengiriman	48
Gambar 4.5	Simulasi pengiriman semen menuju Gudang Distributor Mojokerto I dengan 2 asal pengiriman	49
Gambar 4.6	Simulasi pengiriman semen menuju Gudang Distributor Gresik III dengan 3 pengiriman	50
Gambar 4.7	Simulasi pengiriman semen menuju Gudang Distributor Bangkalan VI dengan 4 asal pengiriman	51
Gambar 4.8	Grafik pengiriman semen ke Gudang Distributor Situbondo I	53
Gambar 4.9	Grafik pengiriman semen ke Gudang Distributor Pamekasan V	55
Gambar 4.10	Grafik pengiriman semen ke Gudang Distributor Bangkalan VII	56
Gambar 4.11	Grafik model alternatif pengiriman semen ke Gudang Distributor Bangkalan VII	58

Gambar 4.11 Model distribusi dan biaya menggunakan
software LINGO 60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembagian area distribusi semen wilayah Jawa Timur	14
Tabel 4.1	Jenis truk pengiriman semen	40
Tabel 4.2	Daftar kota berdasarkan distributor per area	41
Tabel 4.3	Parameter distribusi pabrik tuban	42
Tabel 4.4	Parameter gudang distributor berdasarkan area	43
Tabel 4.4	Hasil running <i>software</i> LINGO	61



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik bidang studi Manufaktur jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Afrizal Ali dan Murna Yanti, orang tua dari penulis. Berkat dukungan dan doanya, penulis mampu menyelesaikan perkuliahan di Teknik Mesin
2. Bayu Prasetya dan Danna Ichsan, abang dari penulis yang senantiasa membantu penulis disaat susah.
3. Heru Ramadhan, adik dari penulis yang senantiasa membantu penulis disaat susah.
4. Ir. Witantyo M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD., Arif Wahyudi, ST, MT, PhD, dan Dr. Eng. Sutikno, ST.MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang berharga bagi pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Dr. Ir. H.C. Kis Agustin, DEA selaku dosen wali yang telah membantu penulis selama perkuliahan di kampus Teknik Mesin.
7. Pendi, Dayat dan Budhita sebagai kawan seperjuangan selama kuliah di Teknik Mesin
8. Kharas Adri sebagai partner Tugas Akhir ini.
9. Rekan Rekan M53 yang telah bersama sama menjalani kehidupan di kampus merah dari maba hingga sekarang
10. Warga Lab Simanu : fitro, diva, buntal, bahadur, antok, becong, bontang, eka, danu, bobo, chalid, ruben, laudy, greg, moses dll.

Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, 29 Januari 2016

Penulis

**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN ZAK 40 KG
PADA WILAYAH JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
PEMODELAN SIMULASI DISKRIT
(STUDI KASUS: PT. SEMEN INDONESIA
(PERSERO) TBK)**

Nama	: Pandu Phintaru
NRP	: 2110.100.150
Jurusan	: Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

ABSTRAK

PT. Semen Indonesia (persero) Tbk. merupakan pabrik semen terbesar di Indonesia. PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. mempunyai pabrik produksi semen di Tuban dengan 3 unit penyangga yaitu UP Tuban, UP Gresik dan UP Banyuwangi dan juga 2 gudang penyangga yaitu GP Gresik dan GP Banyuwangi. Pengiriman semen dilakukan keseluruh kota yang ada di Jawa Timur, akan tetapi terjadi kekurangan pasokan di pasaran yang disebabkan oleh kekosongan pada gudang distributor

Dalam Tugas Akhir ini, solusi yang ditawarkan untuk mengatasi kekosongan semen pada gudang distributor yaitu dengan merancang model simulasi dari distribusi pengiriman semen oleh PT. Semen Indonesia. Solusi lain yang ditawarkan adalah merubah asal pengiriman semen berdasarkan dengan jarak terdekat yang mendekati kota-kota dengan gudang-gudang yang mengalami kekosongan, dengan merubah asal pengiriman semen menyebabkan kondisi gudang berbeda dengan kondisi aktual. Metode simulasi digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan asal pengiriman semen terhadap kondisi gudang distributor. Dalam tugas akhir ini, simulasi dilakukan dengan

menggunakan *software* simulator Extend 6TM dan LINGO dengan memodelkan komponen-komponen distribusi semen.

Berdasarkan simulasi dari distribusi semen, dengan perubahan asal pengiriman pada sistem pengiriman semen PT. Semen Indonesia (persero) Tbk tujuan gudang distributor Situbondo I menghasilkan gudang selalu terisi dan reorder point berkurang menjadi 2 kali pengiriman/14 jam. Selain itu berdasarkan model alternatif LINGO diketahui gudang distributor Situbondo I seharusnya disuplai melalui GP Banyuwangi.

Kata kunci: *optimasi, distribusi, simulasi, pemodelan*

OPTIMIZATION OF 40KG BAGS OF CEMENT DISTRIBUTION IN EAST JAVA AREA USING DISCRETE SIMULATION MODELING (CASE STUDY: PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK.)

Name : Pandu Phintaru
NRP : 2110.100.150
Department : Mechanical Engineering FTI ITS
Advisor : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

ABSTRACT

PT Semen Indonesia (persero) Tbk is the biggest cement manufacture in Indonesia. PT Semen Indonesia (persero) Tbk has factory placed in Tuban with 3 supporting units which are UP Tuban, UP Gresik and UP Banyuwangi and with two supporting warehouses that are GP Gresik and GP banyuwangi. There is a shortage of supply on the market due to a vacancy on the warehouse distribution.

The solution being offered by this thesis is to overcome sement vacancy in the warehouse distributor by using simulation model of delivery distribution. Another solution that offered is to change the origin of cement shipping based on the shortest distance that closer to any cities with cement shortage, but by changing the origin of shipping the condition of the warehouses will be different to the actual condition. Simulation method is used to determine any effect of changing the cement supplier origin to a condition of distributor warehouse. In this thesis simulation is done by uwing simulation software Extend 6TM and LINGO with modeling the distribution of cement.

Based on simulation of cement distribution,the change of shipping origin of cement delivery system that is aimed to

warehouse at Situbondo I become filled all the time and reorder poin decreased become two delivery every 14 hours. The result of alternative models LINGO shows that distribution warehouse at Situbondo I should be supplied from suporting warehouse (GP) Banyuwangi

Keyword : optimization, distribution, simulation, modeling

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia saat ini semakin pesat, hal ini mendorong terjadinya pembangunan guna memenuhi kebutuhan pengikat industri. Semen merupakan bahan baku vital dalam pembangunan, dan hal ini mendorong terjadinya persaingan usaha pada industri ini. Di Indonesia sendiri perusahaan yang bergerak pada bidang ini cukup banyak seperti PT. Semen Indonesia (persero) Tbk., PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk., PT. Holcim Indonesia Tbk. dan PT. Semen Batu Raja (persero) Tbk. Banyaknya perusahaan yang bergerak pada bidang ini mendorong timbulnya persaingan antar perusahaan dalam memasarkan hasil produksinya sehingga strategi distribusi menjadi hal yang sangat penting. Ketepatan strategi distribusi inilah yang menjadi kunci perusahaan untuk mendapatkan keuntungan.

SEMEN INDONESIA SALES VOLUME (IN TONS)									
DESCRIPTION	JANUARY - NOVEMBER			DECEMBER			JANUARY - DECEMBER		
	2014	2013	± (%)	2014	2013	± (%)	2014	2013	± (%)
DOMESTIC :									
SEMEN INDONESIA	12,790,317	12,015,958	6.4	1,202,914	1,223,294	(1.7)	13,993,231	13,239,252	5.7
SEMEN PADANG	6,149,075	6,298,093	(2.4)	593,756	629,367	(5.7)	6,742,831	6,927,490	(2.7)
SEMEN TONASA	4,926,317	4,781,108	3.0	493,539	501,863	(1.7)	5,419,856	5,282,971	2.6
TOTAL DOMESTIC	23,865,709	23,095,160	3.3	2,290,209	2,354,554	(2.7)	26,155,918	25,449,714	2.8
EXPORT :									
SEMEN INDONESIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SEMEN PADANG	122,903	77,785	58.0	-	-	-	122,903	77,785	58.0
SEMEN TONASA	73,781	239,771	(69.2)	600	11,200	(94.6)	74,381	250,971	(70.4)
TOTAL EXPORT	196,684	317,556	(38.1)	600	11,200	(94.6)	197,284	328,756	(40.0)
TOTAL :									
SEMEN INDONESIA	12,790,317	12,015,958	6.4	1,202,914	1,223,294	(1.7)	13,993,231	13,239,252	5.7
SEMEN PADANG	6,271,978	6,375,878	(1.6)	593,756	629,367	(5.7)	6,865,734	7,005,275	(2.0)
SEMEN TONASA	5,000,098	5,020,879	(0.4)	494,139	513,063	(3.7)	5,494,237	5,533,942	(0.7)
TOTAL VOLUME	24,062,393	23,412,716	2.8	2,290,809	2,365,754	(3.2)	26,353,202	25,778,470	2.2

Gambar 1.1 Volume Produksi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk

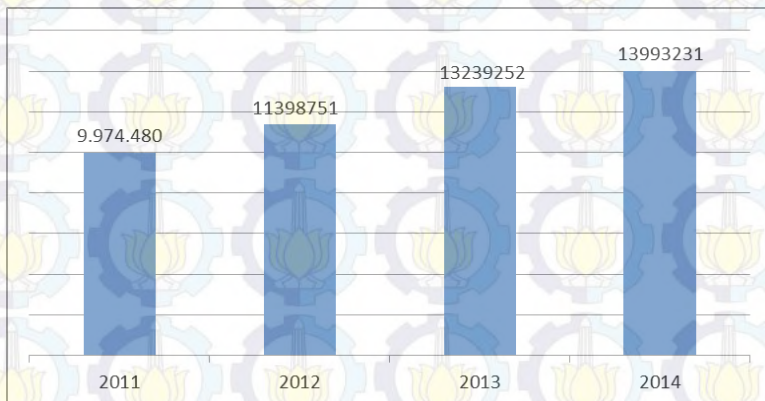
PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk merupakan pabrik semen terbesar di Indonesia yang memiliki dua anak perusahaan yaitu PT. Semen Padang (Persero) dan PT. Semen Tonasa (Persero). Hingga saat ini PT. Semen Indonesia (persero) Tbk

bersama anak perusahaannya mampu memproduksi 26,3 juta ton semen per tahun. seperti yang di tunjukan pada gambar 1.1. Secara keseluruhan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Lebih banyak memproduksi semen untuk kebutuhan domestik dengan total 26 juta ton pada tahun 2014 dengan rincian semen indonesia sebanyak 14 juta ton semen, semen padang 6,7 juta ton semen dan semen tonasa sebanyak 5,4 juta ton semen.

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. sendiri memiliki 4 pabrik dengan kapasitas terpasang 14 juta ton semen per tahun yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Berdasarkan laporan tahunan pada gambar 1.1 mulai dari tahun 2011 s/d tahun 2014 total produksi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk meningkat. Dalam gambar tersebut juga menunjukan bahwa permintaan pasar terus meningkat tiap tahunnya. Kapasitas produksi perusahaan harus dapat menyesuaikan dengan perkembangan pasar yang ada. Hal yang paling berpengaruh dalam pemeliharaan pasar yaitu kapasitas dan distribusi. Apabila kapasitas produksi lebih kecil daripada pertumbuhan pasar, maka banyak permintaan yang tidak dapat terpenuhi. Kapasitas terpenuhi namun tidak dilengkapi dengan fasilitas pengiriman yang memadai akan percuma. Dalam distribusi dikenal konsep 5T, yaitu Tepat Waktu, Tepat Tujuan, Tepat Jumlah, Tepat Spesifikasi, dan Tepat Biaya.

Namun pada kenyataannya biaya ongkos angkut dan bongkar masih menjadi komponen terbesar dari beban Usaha. Oleh karenanya dibutuhkan suatu alokasi jaringan distribusi yang optimal untuk mengurangi beban usaha perusahaan sehingga meningkatkan pendapatan perusahaan. Kondisi eksisting saat ini, perusahaan melakukan pengiriman melalui *direct shipping* dan melalui fasilitas gudang penyangga dan *packing plant*. Pengiriman dilakukan melalui Pabrik Tuban menuju gudang penyangga dan *district*. Semen yang dikirim menuju gudang penyangga merupakan semen zak sedangkan untuk semen yang dikirim ke *packing plant* merupakan semen curah/*bulk*. Pengiriman juga dilakukan secara langsung dari Pabrik Tuban ke distributor, toko, ready mix concrete (RMC), proyek, industri

semen, dan langganan tetap (LT). Jenis semen yang dikirim bergantung pada permintaan konsumen. Biasanya untuk proyek dan RMC semen yang dibutuhkan adalah semen curah/*bulk*. Pengiriman juga dilakukan melalui gudang penyangga dan *packing plant* menuju distributor dan toko. Jenis semen yang dikirim adalah semen zak saja. Pada penelitian ini, pelaku distribusi yang diamati adalah pabrik, gudang penyangga dan *packing plant*, dan distributor & toko yang diagregatkan dalam permintaan tiap *district*/kabupaten. Menurut (Ghianny, 2004) *customer* dapat diagregatkan berdasarkan wilayah, servis level atau frekuensi pengiriman. Apabila terdapat customer yang memiliki *postal code* yang sama dapat diagregatkan dalam suatu area.



Gambar 1.2 Grafik volume produksi semen PT. Semen Indonesia

Kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan satu komponen keunggulan kompetitif yang sangat penting bagi kebanyakan industri (Pujawan & Mahendrawati 2010). Distribusi merupakan salah satu bagian dari logistik, menjalankan fungsi yang fundamental bagi suatu perusahaan. Kegiatan distribusi (termasuk di dalamnya aktivitas transportasi) memakan biaya sebesar 46,5% - 58,6% dari keseluruhan biaya logistik dan sisanya merupakan komponen biaya dalam inventori (Hesse, 2003). Hal tersebut juga diperkuat oleh Frazelle, 2002

bahwa transportasi merupakan aktivitas logistik yang paling mahal. Biaya yang dihasilkan oleh aktivitas ini lebih dari 40% dari keseluruhan pengeluaran logistik. Oleh karena itu sistem distribusi dan transportasi harus dirancang secara optimal sehingga diperoleh pembiayaan yang seminimum mungkin.

Dalam Tugas Akhir ini, metode pemodelan simulasi digunakan untuk menganalisa sistem pengaturan baru dan mengetahui apakah sistem distribusi yang ada di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk untuk wilayah Jawa Timur sudah optimal. Dengan adanya pemodelan simulasi tersebut, maka diharapkan akan diketahui alternatif solusi yang paling tepat ditinjau dari segi infrastruktur maupun sistem pengaturannya. Alternatif solusi terbaik adalah bagaimana permodelan simulasi yang paling tepat untuk mendapatkan hasil optimasi pengiriman semen terhadap biaya pengiriman semen tersebut. Pada Tugas Akhir ini, pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* simulator Extend 6TM.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dikaji dan dicari solusi terbaiknya dalam penelitian ini. Rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengatur sistem distribusi semen yang efektif dan efisien untuk memenuhi semua kebutuhan pasar semen di Jawa Timur
2. Bagaimana membuat model sistem distribusi semen yang mewakili kondisi sesungguhnya sehingga bisa dievaluasi efektifitas dan efisiensinya.
3. Bagaimana merancang sistem distribusi semen yang lebih efisien tetapi tetap efektif dalam memenuhi semua permintaan semen di wilayah Jawa Timur

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan model jaringan distribusi semen di Jawa Timur
2. Mengetahui kelemahan sistem distribusi semen yang ada saat ini pada PT. Semen Indonesia (persero) Tbk.
3. Merancang sistem distribusi semen yang lebih efisien untuk memenuhi semua permintaan semen di wilayah Jawa Timur

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Daerah pengamatan di area Jawa Timur
2. Pelaku distribusi yang diamati yaitu pabrik, gudang penyangga, *packing plant*, distributor dan *end user* per area.
3. Jenis semen yang diamati adalah semen zak 40kg

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diperoleh model jaringan distribusi semen di Jawa Timur
2. Dapat mengetahui kelemahan sistem distribusi semen yang ada saat ini pada PT. Semen Indonesia (persero) Tbk.
3. Diperoleh rancangan sistem distribusi semen yang lebih efisien untuk memenuhi semua permintaan semen di wilayah Jawa Timur.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa rangkaian penelitian terdahulu mengenai optimasi jaringan rantai pasok (*supply chain network*) dengan metode yang berbeda sesuai dengan permasalahan yang ingin diselesaikan, pada penelitian tugas akhir yang dilakukan Madasari (2012) mengenai analisis biaya distribusi dan transportasi untuk jaringan distribusi semen dengan adanya packing plant pada PT. Semen Indonesia. Dalam penelitian tersebut diketahui dengan merubah rute distribusi semen dapat meminimasi biaya transportasi untuk pendistribusian dari pabrik ke gudang/packingplant, pabrik ke distrik dan gudang/packing plant ke distrik. Permasalahan pada penelitian tersebut dianalisa menggunakan software *linear programming* LINGO, hasil yang didapatkan yaitu dengan adanya packing plant dapat mengefisiensi biaya distribusi.

Pada penelitian yang dilakukan Tamam (2006) mengenai penentuan lokasi gudang penyangga regional PT. Petrokimia Gresik dengan menggunakan metode *fixed charge facility location problem*. Dalam penelitian tersebut diamati biaya distribusi dan transportasi usulan . komponen biaya apa saja yang termasuk dalam biaya distribusi dan transportasi.

Pada penelitian yang dilakukan Anggraini (2011) mengenai optimasi konfigurasi jaringan *supply chain* hulu gas elpiji 3kg di Indonesia dengan melibatkan pelaku distribusi yaitu kilang, depot, dan SPBE. Perancangan jaringan distribusi menggunakan software *linear programming* LINGO . hasil yang diketahui pada penelitian tersebut yaitu terbentuknya konfigurasi jaringan *supply chain* hulu LPG 3 kg dengan total biaya transportasi yang paling minimum. Selain itu, konfigurasi tersebut menghasilkan kesetaraan *days of supply* untuk seluruh propinsi, kecuali propinsi Jawa Barat dengan *days of supply* terendah

Penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini, metode perencanaan pengiriman semen, proses bongkar muatan, dan penambahan unit transportasi akan dibahas dan disimulasikan dengan menggunakan metode simulasi diskrit. Beberapa penelitian di atas digunakan sebagai referensi untuk dapat memberikan arah pengembangan yang lebih baik. Pemodelannya menggunakan pendekatan analisis statistik untuk mempelajari karakteristik para area pengiriman semen dan *demand* penjualan semen. Model simulasi yang dikembangkan kemudian akan dijalankan sesuai kondisi di lapangan dan dibandingkan dengan kondisi aktual untuk mendapatkan verifikasi dan validasi model. Jika sudah dianggap valid, model ini akan digunakan untuk mempelajari dan menganalisis sistem transportasi yang sesuai dengan area dituju dan prioritas pengiriman semen guna meminimasi biaya pengiriman. Hal ini dengan tujuan untuk mencari alternatif solusi terbaik dan paling optimal.

2.2. Definisi Distribusi

Distribusi adalah kegiatan penyaluran hasil produksi berupa barang dan jasa dari produsen ke konsumen guna memenuhi kebutuhan manusia. Produsen artinya orang yang melakukan kegiatan produksi. Konsumen artinya orang yang menggunakan atau memakai barang/jasa dan pihak yang melakukan kegiatan distribusi disebut distributor. Pengertian distribusi tidak jauh beda dengan pemasaran dimana kegiatannya sama-sama memperkenalkan dan menyalurkan barang yang diproduksi guna memenuhi kebutuhan konsumen.

Distribusi melakukan kegiatan ekonomi yang menjembatani kegiatan produksi dan konsumsi. Berkat distribusi, barang dan jasa dapat sampai ke tangan konsumen. Dengan demikian kegunaan barang dan jasa akan lebih meningkat setelah dapat dikonsumsi.

Dari apa yang diuraikan di atas, tampaklah bahwa distribusi turut serta meningkatkan kegunaan menurut tempatnya (*place utility*) dan menurut waktunya (*time utility*).

2.2.1. Fungsi Distribusi

Ada pun kegiatan yang termasuk fungsi distribusi terbagi secara garis besar menjadi dua yaitu:

1. Fungsi Pokok Distribusi

Yang dimaksud dengan fungsi pokok adalah tugas-tugas yang harus dilaksanakan. Dalam hal ini fungsi pokok distribusi meliputi:

- Pengangkutan (*Transportation*)

Pada umumnya tempat kegiatan produksi berbeda dengan tempat tinggal konsumen, perbedaan tempat ini harus diatasi dengan kegiatan pengangkutan. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin majunya teknologi, kebutuhan manusia semakin banyak. Hal ini mengakibatkan barang yang disalurkan semakin besar sehingga membutuhkan alat transportasi (pengangkutan).

- Penjualan (*Selling*)

Di dalam pemasaran barang, selalu ada kegiatan menjual yang dilakukan oleh produsen. Pengalihan hak dari tangan produsen kepada konsumen dapat dilakukan dengan penjualan. Dengan adanya kegiatan ini maka konsumen dapat menggunakan barang tersebut.

- Pembelian (*Buying*)

Setiap ada penjualan berarti ada pula kegiatan pembelian. Jika penjualan barang dilakukan oleh produsen, maka pembelian dilakukan oleh orang yang membutuhkan barang tersebut.

- Penyimpanan (*Storing*)

Sebelum barang-barang disalurkan pada konsumen biasanya disimpan terlebih dahulu. Dalam menjamin kesinambungan, keselamatan dan keutuhan barang-barang, perlu adanya penyimpanan (pergudangan).

- **Pembakuan Standar Kualitas Barang**

Dalam setiap transaksi jual-beli, banyak penjual maupun pembeli selalu menghendaki adanya ketentuan mutu, jenis dan ukuran barang yang akan diperjualbelikan. Oleh karena itu perlu adanya pembakuan standar baik jenis, ukuran, maupun kualitas barang yang akan diperjualbelikan tersebut. Pembakuan (standarisasi) barang ini dimaksudkan agar barang yang akan dipasarkan atau disalurkan sesuai dengan harapan.

- **Penanggung Resiko**

Resiko kerusakan dan cacat barang akibat proses distribusi mungkin saja terjadi dan akan ditanggung oleh distributor. Pada zaman sekarang untuk menanggung resiko yang muncul bisa dilakukan kerjasama dengan lembaga/perusahaan asuransi.

2.2.2 Fungsi – Fungsi Dasar Manajemen Distribusi Dan Transportasi:

adapun fungsi dasar manajemen distribusi dan transportasi yaitu:

- Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*
- Menentukan mode transportasi yang akan digunakan
- Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman
- Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman
- Memberikan pelayanan nilai tambah
- Menyimpan persediaan
- Menangani pengembalian (*return*)

2.3. Komponen Distribusi Semen

Komponen distribusi semen merupakan komponen-komponen pendukung aktivitas distribusi semen. Komponen tersebut terdiri dari pabrik, gudang penyangga, packing plant, distributor, toko dan moda transportasi

2.3.1. Pabrik

Pabrik merupakan tempat mengelola bersama-sama faktor-faktor seperti manusia, mesin, material, energi, uang, informasi di dalam suatu sistem produksi guna menghasilkan suatu produk atau jasa. Istilah pabrik berbeda dengan istilah industri, namun penggunaannya sering tidak benar. Industri memiliki arti yang lebih luas. Pabrik pada dasarnya adalah salah satu jenis industri yang terutama akan menghasilkan produk jadi (*finished goods products*) seperti halnya yang dijumpai dalam industri manufaktur.

Berdasarkan aktivitas yang umum dilakukan, pabrik dapat diklasifikasikan menjadi:

a. Pabrik Penghasil Bahan Baku

Pabrik dengan aktivitas produksi mengolah sumber daya alam guna menghasilkan bahan baku maupun bahan tambahan lainnya yang dibutuhkan oleh industri penghasil produk atau jasa.

b. Pabrik Manufaktur

Pabrik yang memproses bahan baku guna dijadikan bermacam-macam bentuk/model produk, baik yang masih berupa produk setengah jadi (*semifinished good*) ataupun produk jadi (*finished goods product*). Di sini akan terjadi transformasi proses baik secara fisik maupun kimiawi terhadap input material dan akan memberi nilai tambah terhadap material tersebut.

c. Pabrik Penyalur

Pabrik yang berfungsi untuk melaksanakan pelayanan jasa industri baik untuk bahan baku maupun finished goods product. Di sini bahan baku ataupun bahan setengah jadi akan didistribusikan dari produsen yang lain dan dari produsen ke konsumen. Operasi kegiatan akan meliputi aktivitas pembelian dan penjualan, penyimpanan, sorting, grading, packaging dan moving goods (transportasi).

d. Pabrik Industri Pelayanan/ Jasa.

Pabrik yang bergerak di bidang pelayanan atau jasa, baik untuk melayani dan menunjang aktivitas industri yang lain maupun langsung memberikan pelayanan/jasa kepada konsumen.

Pabrik Semen Indonesia yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Pabrik ini mempunyai kapasitas produksi pada tahun 2014 sebesar 14 juta ton dengan jenis semen yang diproduksi berupa semen zak, semen curah dan clinker.

2.3.2. Gudang Penyangga

Gudang dapat didefinisikan sebagai tempat yang dibebani tugas untuk menyimpan barang yang akan dipergunakan dalam produksi sampai barang diminta sesuai dengan jadwal produksi. Gudang berfungsi sebagai buffer atau penyeimbang dan untuk menentukan langkah selanjutnya suatu perusahaan, apakah perusahaan akan menggunakan gudang untuk komersial atau lebih baik digunakan sendiri. Dalam perdagangan, gudang digunakan untuk pelayanan beberapa konsumen yang berbeda-beda dan secara umum, mempunyai tenaga kerja yang cukup serta perlengkapan. Kemudian, dengan jarak penyimpanan untuk tujuan kepuasan konsumen atau pengguna, penyimpanan dilakukan dalam batas waktu yang lama maupun batas waktu yang pendek sesuai kebutuhan konsumen. Keuntungan yang diperoleh dari komersial gudang adalah keluwesan (*flexibility*) dan manajemen yang profesional. Selanjutnya, gudang sebagai penyimpanan produk jadi mempunyai beberapa misi atau tugas. Dalam jaringan distribusi pemasaran, gudang mempunyai beberapa misi, yaitu:

- a) Menjaga persediaan yang digunakan sebagai penyeimbang dan penyangga (*buffer*) dari variasi antara penjadwalan produksi dan permintaan.
- b) Gudang sebagai penyaluran dalam sebuah daerah pesanan dengan jarak transportasi terpendek dan untuk memberikan jawaban cepat akan permintaan pelanggan.
- c) Gudang digunakan sebagai tempat akumulasi dan menguatkan produk dalam kegiatan produksi dan pendistribusian.

Gudang sebagai tempat penyimpanan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan secara cepat mempunyai

beberapa fungsi di antara penerimaan dan pengiriman produk. Fungsi-fungsi pokok gudang sebagai berikut:

- a) *Receiving* (penerimaan) dan *shipping* (pengiriman)
- b) *Identifying and sorting* (pengidentifikasian dan penyaringan)
- c) *Dispatching* ke penyimpanan
- d) *Picking the order* (pemilihan pesanan)
- e) *Storing* (penyimpanan)
- f) *Assembling the order* (perakitan pesanan)
- g) *Packaging* (pengemasan)
- h) *Dispatching the shipment*
- i) *Maintaining record* (perawatan produk)

Semen Indonesia memiliki satu gudang penyangga untuk wilayah Jawa Timur yaitu gudang penyangga Gresik yang berada di Kota Gresik. Gudang penyangga ini dibangun untuk memudahkan pengiriman semen ke pelabuhan.

2.3.3. Packing Plant

Semen Indonesia mempunyai dua *packing plant*, salah satunya terletak di Jawa Timur yaitu *packing plant* Banyuwangi. *Packing plant* merupakan pabrik yang bertujuan untuk melakukan pengemasan produk. Berdasarkan Annual Report 2010 yang diterbitkan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. *packing plant* mempunyai beberapa tujuan, antara lain

1. Efisiensi serta optimasi pada biaya transportasi dan distribusi
2. Menjaga kontinuitas pasokan semen pada wilayah distribusi perseroan
3. Meningkatkan daya saing serta meningkatkan pangsa pasar
4. Sebagai antisipasi dan bagian penambahan kapasitas pabrik baru

Semen Indonesia mempunyai dua *packing plant*, salah satunya terletak di Jawa Timur yaitu *packing plant* Banyuwangi

2.3.4. Distributor Dan Toko

distributor dan toko merupakan konsumen yang akan menjadi tujuan akhir dalam alur transportasi dan distribusi dalam penelitian ini. Semen Indonesia telah membagi wilayah Jawa Timur dalam 8 area yang di tunjukan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 pembagian area distribusi semen wilayah Jawa Timur

Area	Kota/kabupaten
1	Surabaya, Sidoarjo, Mojokerto, Gresik
2	Malang, Pasuruan
3	Bojonegoro, Tuban, Lamongan
4	Kediri, Blitar, Tulung Agung, Trenggalek, Jombang, Nganjuk
5	Madiun, Ponorogo, Ngawi, Magetan, Pacitan
6	Jember, Lumajang, Probolinggo
7	Banyuwangi, Situbondo, Bondowoso
8	Pamekasan, Sumenep, Bangkalan, Sampang

2.3.5. Moda Transportasi

Dalam manajemen transportasi/pengiriman, kita biasanya membedakan antara pihak yang memiliki barang dan pihak yang melakukan pengiriman. Pemilik barang yang berkepentingan barangnya untuk dikirim biasanya disebut *shipper*, sedangkan pihak yang bertugas melakukan pengiriman, (misalnya perusahaan jasa pengiriman) dinamakan *carieer*. Mode

transportasi mana yang paling baik digunakan bisa berbeda apabila ditinjau dari sudut berbeda (sudut *carrier* vs sudut *shipper*). Beberapa hal yang biasa dipakai sebagai dasar pertimbangan dalam mengevaluasi mode transportasi (Pujawan, 2005) adalah:

- Dilihat dari sudut pengiriman atau *carrier*, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah biaya-biaya yang terlibat, mulai dari biaya sewa alat transportasi sendiri (bisa berupa biaya beli atau sewa alat transportasi), biaya operasional tetap (biaya terminal atau bandara yang besarnya tidak tergantung pada volume barang yang dikirim), dan biaya operasional variabel (seperti biaya bahan bakar) di mana besarnya biaya tergantung pada volume angkut atau jarak yang ditempuh dalam pengiriman.
- Dari sisi *shipper*, pertimbangannya bisa didasarkan pada berbagai ongkos yang timbul pada *supply chain*, termasuk ongkos selain yang terkait langsung dengan transportasi, namun sebagai konsekuensi dari pemilihan mode transportasi tersebut. Jadi, disamping biaya transportasi yang harus ditanggung, perusahaan juga harus mempertimbangkan biaya persediaan, biaya *loading-unloading*, dan biaya fasilitas (seperti gudang, dll). Konsekuensi lain, seperti tingkat *service level* yang diperoleh dan ketidakpastian waktu pengiriman penting untuk dipertimbangkan oleh *shipper*. Tradeoff antar berbagai ongkos tersebut harus dicari dalam menentukan mode transportasi yang akan dipilih. Misalnya, ada mode transportasi yang mahal, namun cepat dan mengakibatkan penurunan *inventory* secara signifikan.

Secara umum, tiap transportasi memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri ditinjau dari berbagai pertimbangan tersebut. Sebagai contoh, volume yang bisa diangkut kereta jauh lebih besar dibandingkan truk, namun fleksibilitas truk jauh lebih tinggi, baik fleksibilitas rute maupun fleksibilitas waktu

pengiriman. Salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam mengelola kegiatan pengiriman adalah tradeoff antara biaya dengan kecepatan respon sangat mementingkan kecepatan respon. Misalnya, apabila semua order harus dikirim dalam jangka waktu satu hari sejak ada permintaan order diterima, maka sering kali pengiriman dilakukan dengan volume kecil dan tidak mencapai skala ekonomi yang memadai. Perusahaan sering melakukan penggabungan (agregasi) pesanan dalam beberapa periode yang berbeda sehingga pengiriman tidak dilakukan setiap hari misalnya, tetapi tiap dua atau tiga hari. Praktek melakukan agregasi waktu dalam proses pengiriman ini biasanya dinamakan dengan istilah temporal aggregation (Pujawan, 2005).

Kegiatan transportasi dan distribusi bisa dilakukan oleh perusahaan manufaktur dengan membentuk bagian distribusi/transportasi tersendiri atau diserahkan ke pihak ke tiga. Dalam upayanya untuk memenuhi tujuan-tujuan di atas, siapapun melaksanakan (internal perusahaan atau mitra pihak ketiga), manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar (Pujawan, 2005) yang terdiri dari:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*

Segmentasi pelanggan perlu dilakukan karena kontribusi mereka pada revenue perusahaan bisa sangat bervariasi dan karakteristik tiap pelanggan bisa sangat berbeda antara satu dengan lainnya. Dari segi revenue, sering kali hukum Pareto 20/80 berlaku di sini. Artinya, hanya 20% dari pelanggan atau area penjualan menyumbang sejumlah 80% dari pendapatan yang diperoleh perusahaan. Perusahaan tidak bisa menomorsatukan semua pelanggan. Dengan memahami perbedaan karakteristik dan kontribusi tiap pelanggan atau area distribusi, perusahaan bisa mengoptimalkan alokasi persediaan maupun kecepatan pelayanan. Misalnya, pelanggan Kelas I, yang menyumbangkan pendapatan terbesar, memiliki target service level yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan kelas 2 atau kelas 3 yang kontribusinya jauh lebih rendah.

2. Menentukan mode transportasi yang digunakan

Tiap mode transportasi memiliki karakteristik yang berbeda dan mempunyai keunggulan serta kelemahan yang berbeda juga. Sebagai contoh, transportasi laut memiliki keunggulan dari segi biaya yang lebih rendah, namun lebih lambat dibandingkan dengan transportasi udara. manajemen transportasi harus bisa menentukan mode apa yang akan digunakan dalam mengirimkan /mendistribusikan produk-produk mereka ke pelanggan. Kombinasi dua atau lebih mode transportasi tentu bisa atau bahkan dilakukan tergantung pada situasi yang dihadapi.

3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman

Konsolidasi merupakan kata kunci yang sangat penting dewasa ini. Tekanan untuk melakukan pengiriman cepat namun murah menjadi pendorong utama perlunya melakukan konsolidasi informasi ataupun pengiriman. Salah satu contoh konsolidasi informasi adalah konsolidasi data permintaan dari berbagai regional distribusi center oleh central warehouse untuk keperluan pembuatan jadwal pengiriman. Sedangkan konsolidasi pengiriman dilakukan misalnya dengan menyatukan permintaan beberapa toko atau ritel yang berbeda dalam sebuah truk. Dengan cara ini, truk ini bisa berjalan lebih sering tanpa harus membebankan biaya lebih pada pelanggan / klien yang mengirimkan produk tersebut.

4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman

Salah satu kegiatan operasional yang dilakukan oleh gudang atau distributor adalah menentukan kapan sebuah truk harus berangkat dan rute mana yang harus dilalui untuk memenuhi permintaan dari sejumlah pelanggan. Apabila jumlah pelanggan sedikit, keputusan ini bisa diambil dengan relatif gampang.

2.4. Perilaku Biaya

Dalam sistem antrian ada dua jenis biaya yang timbul. Yaitu biaya karena orang mengantri, dan di sisi lain biaya karena menambah fasilitas layanan. Biaya yang terjadi karena orang mengantri, antara lain berupa waktu yang hilang karena

menunggu. Sementara biaya menambah fasilitas layanan berupa penambahan fasilitas layanan serta gaji tenaga kerja yang memberi pelayanan. Tujuan dari sistem antrian adalah meminimalkan biaya total, yaitu biaya karena mengantri dan biaya karena menambah fasilitas layanan.

2.5. Teori Perencanaan

Perencanaan merupakan proses yang berisi kegiatan-kegiatan berupa pemikiran, perhitungan, pemilihan, penentuan dan sebagainya. Dimana semuanya itu dilakukan dalam rangka tercapainya tujuan tertentu. Pada hakekatnya perencanaan merupakan proses pengambilan keputusan atas sejumlah alternative (pilihan) mengenai sasaran dan cara-cara yang akan dilaksanakan di masa yang akan datang guna mencapai tujuan yang dikehendaki serta pemantauan dan penilaiannya atas hasil pelaksanaannya, yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan. Perencanaan memiliki urgensi yang sangat bermanfaat dalam hal antara lain;

1. Standar pelaksanaan dan pengawasan
 2. Pemilihan berbagai alternatif terbaik
 3. Penyusunan skala prioritas, baik sasaran maupun kegiatan
 4. Menghemat pemanfaatan sumber daya organisasi
 5. Membantu manager menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan
 6. Alat memudahkan dalam berkoordinasi dengan pihak terkait
 7. Alat meminimalkan pekerjaan yang tidak pasti
- Karakteristik perencanaan antara lain:
1. Perencanaan dirancang untuk efisiensi.
 - a. Perencanaan mengarah ke accomplishment tujuan dengan biaya minimum.
 - b. Ini menghindari pemborosan sumber daya dan memastikan pemanfaatan optimal yang memadai dan sumber daya.

- c. Rencana menjadi tidak berharga atau tidak berguna jika tidak ada nilai biaya yang mampu dioptimalkan.
 - d. Oleh karena itu perencanaan harus mengarah pada penghematan waktu, tenaga dan uang
 - e. Perencanaan pemanfaatan yang tepat mengarah ke manusia, uang, materi, metode dan mesin.
2. Perencanaan melibatkan membuat pilihan & keputusan.
- a. Perencanaan pada dasarnya melibatkan pilihan di antara berbagai alternatif.
 - b. Dengan demikian, pengambilan keputusan merupakan bagian integral dari perencanaan.
3. Perencanaan adalah fungsi utama dari manajemen
- a. Ini berfungsi sebagai panduan untuk mengatur, mengarahkan dan mengendalikan.
 - b. Perencanaan meletakkan dasar untuk fungsi-fungsi lain dari manajemen.

Dengan adanya standar pelaksanaan (SOP) dan pengawasan, skala prioritas, tujuan, batasan wewenang, pedoman kerja tersebut, memungkinkan seluruh personil yang terlibat dalam organisasi atau tim akan dapat bekerja lebih transparan dan penuh tanggung jawab, efektif dan efisien.

2.6. Teori Sistem

Sistem memiliki definisi yang berbeda di berbagai ruang disiplin ilmu, sehingga *International Council of System Engineering* (INCOSE) mendefinisikan sistem sebagai suatu konsepsi atau kumpulan berbagai elemen yang bersama-sama menghasilkan hasil tertentu yang tidak dapat dicapai oleh satu elemen saja. Elemen tersebut dapat berupa orang, *hardware*, fasilitas, kebijakan, dll (Sokolowski, 2010). Sistem juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan komponen atau entiti, yang berinteraksi dan bereaksi antar atribut komponen untuk mencapai hasil akhir yang logis (Ahmad Zubair Sultan, 2007).

Sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yakni (Chung, 2004) :

1. *Sistem Peristiwa Diskrit (Discrete Events System)*

Pada sistem peristiwa diskrit, entiti diskrit merubah kondisi menjadi sebuah peristiwa (*event*) yang terjadi di dalam simulasi. Kondisi model hanya berubah apabila sebuah *event* terjadi dan waktu tidak memiliki pengaruh secara langsung terhadap sistem. Pada sistem ini, interval waktu antar tiap peristiwa tidak sama. Entiti yang bersifat individu, atau bersifat diskrit dapat mempengaruhi sistem menjadi sistem peristiwa diskrit. Contoh: sebuah *part* yang dirakit di dalam pabrik.

2. *Sistem Peristiwa Kontinyu (Continuous Events System)*

Berbeda dengan sistem *discrete events*, pada sistem *continuous events*, beberapa peristiwa selalu terjadi. Hal ini berarti bahwa kondisi beberapa komponen dalam sistem selalu berubah secara kontinyu terhadap waktu. Sistem ini biasanya melibatkan benda-benda yang bersifat atau mirip seperti fluida. Tipe material yang digunakan biasanya diukur berdasarkan berat dan bukan jumlah unit. Pada sistem ini, material fluida atau mirip fluida tersebut tidak dimodelkan sebagai entiti, namun sebagai volume atau massa. Contoh: pabrik pengolahan air dan industri kimia.

3. *Sistem Campuran*

Sistem ini melibatkan baik peristiwa diskrit maupun kontinyu. Entiti pada sistem ini bisa berupa entiti individu pada sebagian sistem, sedangkan sebagian sistem lainnya berubah menjadi sebuah bentuk kontinyu. Contoh: pabrik pengolahan kopi. Awalnya kopi berupa biji-bijian yang bersifat kontinyu. Pada akhir proses, biji-bijian tersebut *dipacking* ke dalam suatu wadah tertentu sehingga menjadi proses yang bersifat diskrit.

2.7. Model

Model dapat didefinisikan sebagai representasi dari sistem yang mewakili suatu proses atau kejadian, dimana representasi tersebut dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor yang diamati. Model biasanya dikembangkan untuk menginvestigasi pengembangan yang memungkinkan untuk diterapkan pada sistem nyata atau untuk mengetahui pengaruh kebijakan yang berbeda-beda (Ahmad Zubair Sultan, 2007).

Perlu diperhatikan bahwa model tidak harus merepresentasikan seluruh aspek dari sistem yang akan dipelajari. Hal tersebut akan memakan banyak waktu dan biaya, serta sangat rumit. Sebaliknya, model seharusnya dirancang sesederhana mungkin, dan hanya menunjukkan aspek-aspek yang berpengaruh terhadap performansi dari sistem.

Beberapa komponen yang umumnya dimodelkan adalah (Kelton et al, 2002):

1. Personel
2. Mesin
3. Alat Transportasi

2.8. Simulasi

Simulasi adalah proses merencanakan model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan tujuan memahami tingkah laku sistem tersebut dan mengevaluasi berbagai strategi untuk mengoperasikan sistem yang dimaksud (Law and Kelton, 2000). Tujuan dari dilakukannya simulasi antara lain (Pedgen et al, 2005) :

1. Memahami bagaimana sistem beroperasi.
2. Mengembangkan suatu kebijakan operasi atau sumber daya untuk meningkatkan performansi sistem.
3. Mendapatkan informasi tanpa perlu mengganggu sistem aktual.

4. Menguji konsep baru sebelum diimplementasikan secara nyata ke dalam sistem aktual.

Metode simulasi memberikan banyak keuntungan yang diberikan (Chung, 2004). Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain:

- Simulasi dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat.
- Simulasi membutuhkan analisa yang lebih sedikit.
- Simulasi dapat didemonstrasikan secara mudah.

Selain memberikan keuntungan seperti yang telah disebutkan di atas, di sisi lain terdapat beberapa kerugian dari simulasi. Kerugian tersebut antara lain :

- Simulasi tidak dapat memberikan keluaran yang akurat apabila data masukan yang diberikan tidak akurat.
- Simulasi tidak dapat memberikan jawaban yang mudah dari masalah yang kompleks / rumit.
- Simulasi tidak dapat memberikan solusi secara otomatis.

Model simulasi dapat dibedakan menjadi (Law and Kelton, 2000):

1. Statis atau dinamis
2. Deterministik atau stokastik
3. Kontinyu atau diskrit

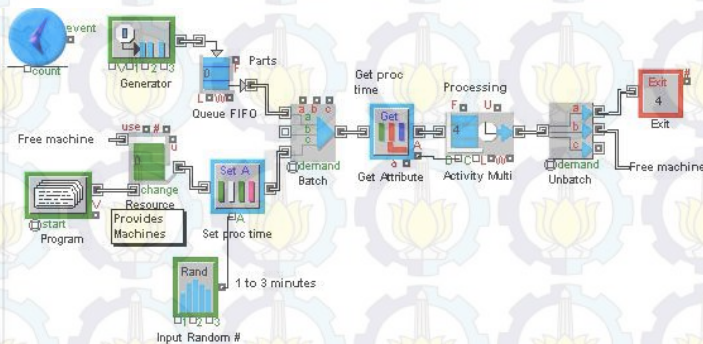
Model simulasi statis merepresentasikan sistem pada waktu tertentu. Salah satu tipe yang umum dari model simulasi statis adalah bergulirnya waktu tidak memiliki pengaruh. Sebaliknya, pada *model simulasi dinamis* sistem berubah terhadap waktu.

Model simulasi deterministik mengasumsikan tidak ada variabilitas dalam parameter model dan oleh karena itu tidak melibatkan bilangan *random*. Jika model ini dijalankan, maka hasil outputnya akan selalu sama. Sedangkan pada *model simulasi stokastik*, parameter model memiliki satu atau beberapa variabel *random* untuk menjelaskan proses yang diamati. Keluaran dari model ini bersifat *random* dan hanya merupakan perkiraan dari

Pada *model simulasi kontinyu*, kondisi variabel berubah secara kontinyu, sebagai contoh aliran fluida dalam pipa, terbangnya pesawat udara, kondisi variabel posisi dan kecepatan yang berubah secara kontinyu. Pada *model simulasi diskrit*, kondisi variabel hanya berubah pada satu waktu tertentu saja.

2.9. Simulator & ExtendTM

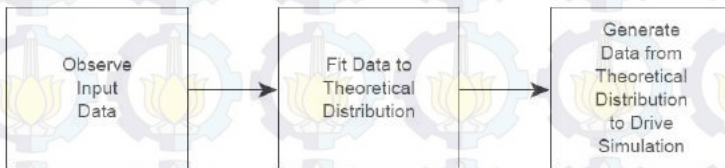
Simulator merupakan perangkat lunak komputer yang memungkinkan penggunaannya untuk mensimulasikan sistem dengan sedikit atau tanpa pemrograman. Keuntungan dari penggunaan simulator adalah waktu yang relatif singkat dan penggunaan yang cukup mudah. Contoh dari simulator yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah ExtendTM. Simulator ExtendTM dikembangkan oleh *Image That Inc*, sebuah perusahaan dari Amerika Serikat. Dengan menggunakan ExtendTM kita mampu mengembangkan model dinamis dari berbagai proses sehari-hari. Gambar 2.2 adalah contoh simulasi sistem diskrit sederhana dengan menggunakan Extend.



Gambar 2.1 Contoh Penggunaan software Extend™

2.10. Pengumpulan dan Analisa Data Masukan

Pada proyek simulasi, kegunaan utama dari data input adalah untuk menjalankan simulasi. Proses ini meliputi pengumpulan data, penganalisaan, dan aplikasi dari penganalisaan tersebut di model simulasi. Analisa tersebut mencakup pengidentifikasian dari distribusi teoritis yang merepresentasikan data input (Chung, 2004). Proses tersebut ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.2 Alur Proses Pengumpulan Data
(Sumber : Chung, 2004)

Hal yang mendasari pentingnya mencari distribusi teoritis yang menunjukkan data dari sistem adalah karena ketika seseorang mengumpulkan data dari sistem aktual, data yang diobservasi adalah data *sample* dari keseluruhan data. Walaupun beberapa nilai mungkin tidak ditunjukkan di data observasi, hal tersebut tidak berarti bahwa beberapa nilai tersebut tidak akan terjadi di sistem aktual. Dengan ditemukannya distribusi teoritis yang merepresentasikan data input, maka seluruh nilai dari distribusi teoritis tersebut dapat menjalankan simulasi. Hal ini jauh lebih realistis jika dibandingkan dengan menggunakan data yang diobservasi saja. Contoh sumber-sumber data yang bisa digunakan sebagai data masukan adalah data historis, spesifikasi manufaktur, estimasi dari operator dan manajer, observasi langsung dan *vendor claim*.

2.11. Verifikasi

Verifikasi adalah proses kontinyu untuk memastikan bahwa model yang telah dibuat sesuai dengan yang diinginkan. Verifikasi juga dapat didefinisikan dengan kalimat *building the*

model correctly (Chung, 2004). Agar verifikasi proses dapat berjalan dengan sukses, maka model harus:

- a. Meliputi seluruh komponen yang dispesifikasikan di dalam sistem
- b. Dapat dijalankan tanpa ada *error* atau *warning*.

Agar mampu memodelkan suatu sistem seperti dalam poin (a) di atas, maka salah satu pendekatan yang bisa dilakukan adalah pendekatan *divide-and-conquer*. Pendekatan ini dilakukan dengan *membreakdown* sistem yang kompleks menjadi model sistem yang detail, sederhana dan lebih kecil. Semakin detail dan sederhana model yang dibuat maka model akan lebih mudah untuk *didebug* dan mencakup komponen dasar yang diinginkan. *Error* maupun kesalahan *syntax* akan lebih mudah pula untuk dideteksi. Setelah model mampu beroperasi sesuai dengan yang diinginkan, maka penambahan dapat ditambahkan pada model tersebut. Penambahan tersebut dapat berupa penambahan detail dari komponen dasar yang telah dibuat maupun penambahan komponen lain yang belum dimodelkan namun perlu dimodelkan untuk menunjukkan sistem aktual.

Agar model dapat dijalankan tanpa *error* maupun *warning*, maka teknik yang bisa dilakukan adalah dengan teknik *animasi*. Animasi dapat dikatakan sebagai salah satu alat bantu paling efektif dalam menunjukkan verifikasi dasar. Animasi dapat digunakan sebagai verifikasi model dengan berbagai macam cara, yakni :

1. Menggunakan gambar entiti yang berbeda untuk tipe entiti yang berbeda
2. Mengikuti gerakan entiti dalam sistem
3. Menampilkan nilai dan plot dari variabel-variabel umum dari entiti
4. Menampilkan hasil statistik dari system

2.12. Validasi

Validasi didefinisikan sebagai bagaimana membangun model yang sesuai dengan realiti atau *building the correct model*. Namun, banyak model yang tidak benar-benar sesuai dengan kondisi realiti, hal ini disebabkan oleh adanya asumsi, penyederhanaan, batasan dan kekeliruan (Chung, 2004).

Asumsi sering dilakukan apabila peneliti kekurangan informasi terhadap suatu sistem, atau sistem tidak nyata, atau adanya proses yang tidak bisa diobservasi. Asumsi dilakukan terhadap komponen sistem, interaksi, maupun data input. *Penyederhanaan (simplification)* biasa dilakukan dengan sengaja untuk mempersingkat waktu pengerjaan, dan kemungkinan disebabkan oleh sistem yang terlalu kompleks. Penyederhanaan bisa dilakukan dengan merubah sebuah proses yang kompleks menjadi satu proses tunggal maupun menghilangkannya sama sekali. Biasanya hal ini dilakukan karena dirasa proses tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap sistem.

Kekeliruan (oversight) juga sering terjadi ketika memodelkan model yang rumit. Terkadang kekeliruan terjadi dengan tidak memasukkan komponen penting dalam sistem. Apabila ini terjadi, maka validasi akan sangat sulit dilakukan. Memberikan *batasan (limitation)* juga kerap dilakukan pada model yang cenderung kompleks. Limitasi bisa disebabkan oleh praktisi, *software* model, maupun data yang dikumpulkan.

Dalam jurnal yang berjudul *Verification and Validation of Simulation Models*, Sargent (1998) menuliskan beberapa pendekatan validasi yang bisa dilakukan. Validasi bisa dilakukan oleh tim pengembang proyek simulasi tersebut, bisa juga dilakukan oleh pihak ketiga yang independen. Pendekatan lain yang bisa dilakukan namun jarang digunakan adalah dengan menggunakan *scoring*.

Ada beberapa macam teknik validasi yang bisa dilakukan. Teknik-teknik ini bisa bersifat subjektif maupun objektif. Sargent (1998) menuliskan beberapa teknik yang bisa

digunakan untuk memvalidasi dan memverifikasi submodel maupun model secara keseluruhan. Teknik–teknik tersebut antara lain:

1. *Animasi*: Operasi dari model dapat ditampilkan secara grafis di dalam simulasi.
2. *Comparison to Other Model*: Hasil dari model simulasi dapat dibandingkan dengan hasil dari model simulasi lain yang telah valid maupun dibandingkan dengan model analitik.
3. *Event Validity*: Sebuah kejadian yang terjadi di model simulasi dibandingkan dengan kejadian yang terjadi di sistem aktual untuk menentukan apakah keduanya sama.
4. *Extreme Condition Test*: Struktur dan output dari simulasi harus masuk akal untuk segala kombinasi level dari faktor sistem yang sifatnya ekstrem. Contoh: apabila inventori *in-process* sama dengan nol, maka output produksi seharusnya juga nol.
5. *Face Validity*: Validasi ini adalah menanyakan kepada orang yang lebih berpengetahuan ataupun ahli tentang sistem tersebut, apakah model telah sesuai atau tidak. Teknik ini juga bisa digunakan untuk menentukan apakah logika dari model konseptual telah benar dan hubungan input-output telah sesuai.
6. *Internal Validity*: Beberapa replikasi dari model stokastik dibuat untuk menentukan nilai dari *variability* model. Apabila *variability* model besar, maka hasil dari model patut dipertanyakan.
7. *Multistage Validation*: Naylor dan Finger (1967) mengajukan tiga tahap proses validasi. Metode validasi ini terdiri dari (1) mengembangkan asumsi model dengan berdasar teori, observasi, pengetahuan umum dan fungsi, (2) memvalidasi asumsi model dimana mungkin untuk mengujinya secara empiris, dan (3) membandingkan/menguji hubungan input-output model dengan sistem aktual.

8. *Operational Graphics*: Beberapa nilai dari performansi model ditunjukkan secara grafik dengan mengikuti jalannya simulasi sepanjang waktu simulasi dijalankan.
9. *Parameter Variability Sensitivity Analysis*: Teknik ini terdiri dari merubah nilai dari input dan parameter internal model untuk menentukan efek dari *behaviour* model dan hasil outputnya.
10. *Predictive Validation*: Model ini digunakan untuk memprediksi dan meramalkan jalannya sistem, dan kemudian perbandingan dibuat antara sistem aktual dan ramalan model apakah keduanya sama.

Traces: Jalannya entiti-entiti yang berbeda di dalam model diikuti sepanjang model

2.13 Optimasi

2.13.1 Definisi Optimasi

Optimasi adalah tindakan untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan keadaan yang diberikan. Dalam desain, konstruksi, dan pemeliharaan dari sistem teknik, harus diambil beberapa teknologi dan keputusan managerial dalam beberapa tahap. Mengacu pada pendapat Singiresu S Rao, John Wiley dan Sons (2009) optimasi juga dapat didefinisikan sebagai proses untuk mendapatkan keadaan yang memberikan nilai maksimum ataupun minimum dari suatu fungsi. Minimum dari upaya yang diperlukan, maksimum dari fungsi hasil atau manfaat yang diinginkan. Tujuan akhir dari semua keputusan seperti itu adalah meminimalkan upaya yang diperlukan dan untuk memaksimalkan manfaat atau hasil yang diinginkan.

2.14 Linier Programming

Linier Programming merupakan salah satu metode optimasi yang berfokus pada optimasi (minimasi / maksimasi) dari sebuah fungsi yang linier dengan memenuhi sejumlah batasan yang juga bersifat linier. Atrinit yang melekat pada *linier*

programming adalah variabel keputusan dan fungsi tujuan. Variabel keputusan yang biasa digunakan seperti jumlah unit yang diproduksi, jumlah unit yang dikirim, jumlah Inventori dan lain sebagainya. Fungsi tujuan dapat dibagi menjadi dua yakni maksimasi dan minimasi. Fungsi tujuan maksimasi biasanya digunakan untuk memaksimalkan keuntungan, utilitas, pendapatan, dan lain sebagainya, sedangkan fungsi tujuan minimasi digunakan untuk meminimalkan biaya, waktu produksi dan lain sebagainya.

Untuk memecahkan masalah dengan model *Linier Programming* memiliki tiga komponen dasar (Hamdy Taha, 2007), yaitu :

1. *Decision Variable* yang ditentukan dan dicari jumlahnya.
2. *Objective Function* yang akan dioptimasi (maximize atau minimize).
3. *Constraints* yang harus dipenuhi kondisi atau syaratnya oleh solusi yang dihasilkan. Dengan memenuhi semua konstrain, solusi akan dikatakan *feasible*.

Linier Programming bisa memiliki *Objective Function* yang berfungsi *maximize* atau *minimize*, dengan *Constraints* yang terdiri tiga tipe (\leq , $=$, \geq); dan variabel yang mempunyai nilai batas. *Standart form linier programming* memiliki karakteristik penyelesaian sebagai berikut (John W. Chinneck, 2001) :

- a. Fungsi Objektif bernilai maksimasi.
- b. Semua konstrain adalah real.
- c. Semua nilai RHS adalah nonnegatif.
- d. Semua nilai variabel keputusan adalah non negatif.

Standart form linier programming adalah bentuk sederhana dari model *linier programming*. Adapun bentuk formulanya yaitu:

- *Objective Function* : $\text{maximize } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$
- *Constraints* :
 $A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n \leq B_1$
 $A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n \leq B_2$
 $A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n \leq B_m$

2.15 *Software Optimasi (Lingo)*

Software Lingo adalah perangkat lunak sederhana yang dapat digunakan untuk mencari solusi paling optimum serta menganalisa berbagai model matematis, baik linear maupun nonlinear dari suatu permasalahan yang sedang diteliti. Program yang digunakan dalam perangkat lunak ini berguna untuk melakukan optimasi terhadap suatu permasalahan sehingga menghasilkan hasil yang optimal dari sumber yang tersedia. Teknik optimasi sangat membantu dalam menemukan solusi atau jawaban paling tepat. Optimasi dalam hal ini dapat berupa pencapaian keuntungan tertinggi, biaya paling rendah, penggunaan sumber daya paling efisien dan berbagai output lain yang dianggap paling tepat.

Proses penyelesaian program kadang membutuhkan perhitungan dalam jumlah yang banyak dengan sumber yang kompleks, sehingga dibutuhkan program komputer yang baik dan handal. Proses kerja penyelesaian suatu model optimasi terhadap suatu masalah terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut:

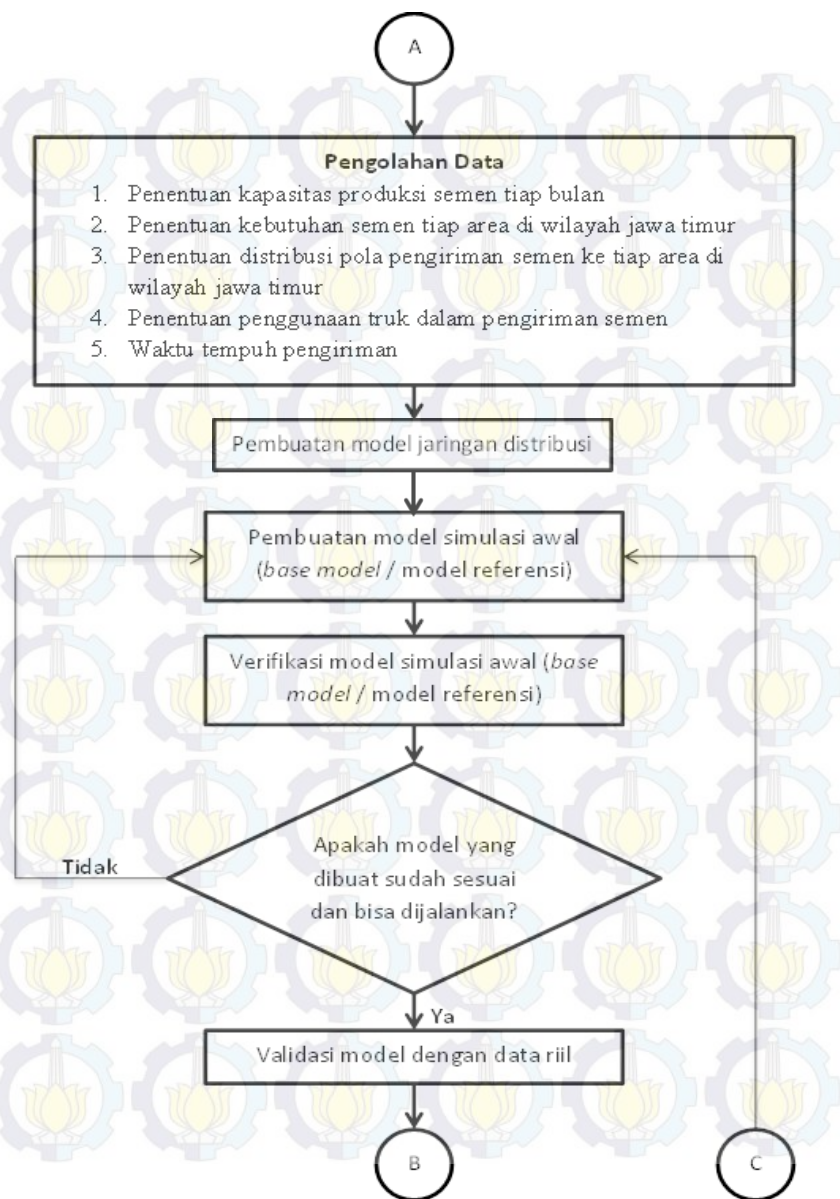
1. Memahami permasalahan,
 2. Memformulasikan permasalahan kedalam model,
 3. Menyiapkan data input untuk model,
 4. Menjalankan model,
- Mengimplementasikan keluaran model kedalam sebuah kesimpulan

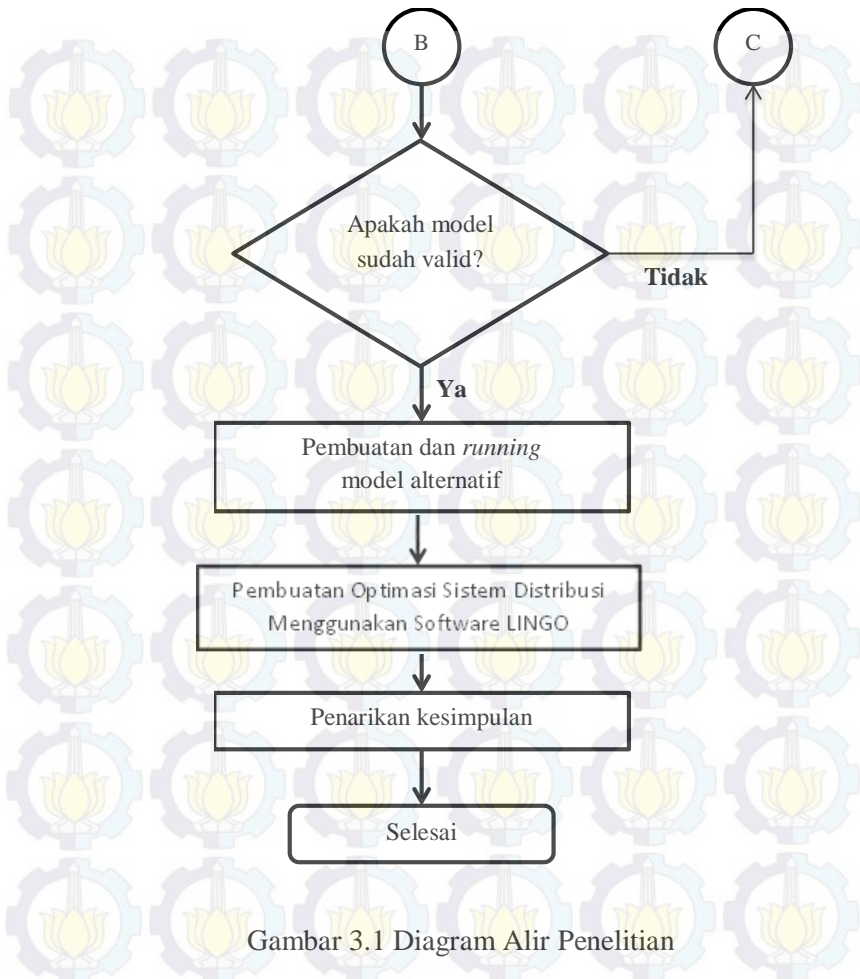
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Penelitian Tugas Akhir ini akan dilaksanakan dengan mengikuti diagram alir penelitian sebagai berikut :







Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Studi Lapangan & Identifikasi Permasalahan

Studi lapangan dilakukan di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi

masalah yang ada. Disamping itu, dilakukan studi literatur, mencakup materi-materi yang mungkin diperlukan selama studi lapangan dan pengidentifikasian masalah.

3.2.2 Perumusan Masalah

Setelah masalah teridentifikasi, maka tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah yang dijadikan objek dalam penelitian Tugas Akhir ini. Adapun perumusan masalah yang ada:

1. Pembuatan model distribusi semen pada wilayah jawa timur agar dapat dilakukan optimasi alokasi jaringan distribusi
2. Pengaturan rute distribusi semen di wilayah jawa timur agar menghasilkan biaya transportasi minimum
3. Perencanaan model pengangkutan semen agar memenuhi permintaan semen di wilayah jawa timur

3.2.3 Pengumpulan Data

Tahap ini menyangkut pengumpulan data-data yang ada di lapangan. Data-data tersebut yaitu:

1. Data kapasitas pabrik, packing plant, gudang penyangga
2. Data lokasi pabrik, packing plant, gudang penyangga
3. Rute distribusi semen wilayah jawa timur
4. Data *demand* permintaan konsumen semen wilayah jawa timur
5. Data historis waktu, jumlah, dan tujuan pengiriman semen ke wilayah jawa timur

3.2.4 Pengolahan Data

Sebelum proses pemodelan dimulai, maka perlu dilakukan pengolahan dari data-data yang telah dikumpulkan. Beberapa data yang perlu diolah agar mampu digunakan sebagai data inputan dalam menjalankan simulasi antara lain:

1. Penentuan kapasitas produksi semen tiap bulan

2. Penentuan kebutuhan semen tiap area di wilayah jawa timur
3. Penentuan distribusi pola pengiriman semen ke tiap area di wilayah jawa timur
4. Penentuan penggunaan truk dalam pengiriman semen
5. Waktu tempuh pengiriman

3.2.5 Pembuatan Model Simulasi Awal/Base Referensi

Setelah data dikumpulkan dan kemudian diolah, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan model referensi. Model referensi berupa gambaran ilustratif yang menjelaskan aliran proses pemindahan batubara (model konseptual). Model ini nantinya akan dijadikan sebagai acuan dan referensi dalam pembuatan model dengan menggunakan *software* simulator. Langkah selanjutnya adalah membuat model simulasi berdasarkan model referensi tersebut. Model simulasi akan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Extend 6TM.

3.2.6 Verifikasi Model

Verifikasi mengacu pada bagaimana membangun model dengan benar (*building the model correctly*), atau bagaimana membangun model sesuai dengan yang diharapkan. Pada tahap ini, model simulasi akan dibandingkan dengan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Model simulasi dengan *software* tersebut harus merupakan gambaran yang sesuai dengan model konseptual. Dengan adanya tahap verifikasi ini diharapkan bisa menjawab pertanyaan apakah model telah diimplementasikan dengan benar di dalam komputer.

Verifikasi model dapat dilakukan dengan memastikan bahwa tiap-tiap blok dalam simulasi telah beroperasi seperti yang diharapkan. Untuk itu, model harus dibangun dengan bertahap dan detail yang minimal, kemudian setiap tahap dijalankan untuk diperiksa hasilnya. Cara yang umum dilakukan adalah dengan

mengurangi kerumitan / kompleksitas model menjadi lebih sederhana sehingga dapat diramalkan dengan mudah bagaimana hasil simulasi nantinya.

3.2.7 Menjalankan Simulasi

Tahap ini adalah menjalankan model yang telah dibuat sebelumnya. Panjang waktu simulasi tergantung dari sistem yang dimodelkan apakah tertentu (*terminating model*) atau tidak (*non-terminating model*). Dalam penelitian Tugas Akhir ini, simulasi dijalankan dalam periode waktu tertentu yang diatur sendiri, yakni periode 1 bulan dengan unit waktu dalam hari. Bulan yang dimasukkan dalam simulasi Tugas Akhir ini meliputi 12 bulan pada tahun 2014.

3.2.8 Validasi Model

Dalam konteks ini, validasi model mengacu pada bagaimana membangun model yang benar (*building the right model*). Tahap ini digunakan untuk menentukan apakah model simulasi yang telah dirancang sesuai dengan kondisi real yang ada di lapangan. Pada penelitian ini, validasi tidak bisa dilakukan karena model dibangun dan dijalankan berdasarkan situasi ideal yang ingin dicapai. Kondisi ideal ini berbeda dengan kondisi real yang ada sehingga validasi tidak dapat dilakukan.

3.2.9 Pembuatan Dan *Running* Model Alternatif

Tahap selanjutnya adalah membuat beberapa eksperimen/skenario dari model awal yang bertujuan untuk mengetahui alternatif solusi yang paling optimal. Alternatif terbaik dianalisa berdasarkan alternatif yang mampu menghasilkan pengiriman semen yang tepat tujuan dan hemat biaya.

Pembuatan model alternatif didasarkan pada kekurangan / keterbatasan yang terjadi pada sistem pengiriman semen yang

terjadi pada PT. Semen Indonesia (persero) Tbk. yang tidak memberikan patokan waktu pada pengiriman semen tersebut.

3.2.10 Penarikan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian Tugas Akhir ini. Setelah model alternatif dianalisa, maka akan dapat ditemukan alternatif yang paling baik dan bisa dijadikan sebagai kesimpulan.



BAB IV

PENGOLAHAN DATA, PEMODELAN SISTEM DAN PEMBAHASAN

Untuk memodelkan sistem distribusi semen ke dalam simulasi, perlu penjabaran secara rinci bagaimana perilaku sistem tersebut berjalan. Rincian tersebut dimaksudkan agar mempermudah pembuatan model simulasi, sehingga model yang dibuat benar-benar merepresentasikan sistem yang akan diteliti.

4.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem pada distribusi semen zak PT. Semen Indonesia sama seperti sistem distribusi semen pada umumnya. Aktivitas distribusi ini dimulai dari pengolahan *clinker* pada pabrik semen di tuban ke *finishmill* yang berada di UP Tuban, UP Gresik dan UP Banyuwangi menjadi semen zak kemudian di *packing* dalam bentuk 2 jenis yaitu PPC 40kg dan PPC 50kg. Selanjutnya semen zak disimpan dan dikirim melalui gudang yang berada di tuban (UP Tuban), gresik (UP Gresik, GP Gresik) dan Banyuwangi (UP Banyuwangi, GP Banyuwangi). Pengiriman semen berdasarkan permintaan end user/ toko yang dilakukan oleh distributor yang terdaftar oleh PT. Semen Indonesia. Semen dikirim menggunakan truk yang sesuai dengan jumlah permintaan dan standar gudang distributor.

4.1.1 Pabrik

Di wilayah jawa timur, PT. Semen Indonesia menggunakan pabrik Tuban untuk memproduksi semen. Pada tahun 2014 pabrik Tuban mempunyai 5 *plant* yang mampu memproduksi semen hingga 14.000.000 ton/tahun. Pada tahun 2012 PT. Semen Indonesia yang memiliki market share sebesar 55,2% mengalokasikan 6.344.000 ton untuk wilayah jawa timur dan untuk tahun 2013 dan 2014 kapasitas pabrik yang dialokasikan adalah sebesar 7.400.367 ton/tahun dan 7.997.366 ton/tahun.

4.1.2 Unit Penyangga Dan Gudang Penyangga

Saat ini PT. Semen Indonesia memiliki tiga unit penyangga dan dua gudang penyangga yang berfungsi untuk membantu pengalokasian distribusi semen di wilayah Jawa Timur. Tiga unit penyangga tersebut berada di Tuban, Gresik dan Banyuwangi. Sementara untuk gudang penyangga yang dimiliki PT. Semen Indonesia berada di wilayah Gresik dan Banyuwangi. Gudang Penyangga Gresik sendiri memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 3500 ton.

4.1.3 Alat Transportasi

Strategi pendistribusian semen yang dilakukan PT. Semen Indonesia untuk wilayah Jawa Timur adalah menggunakan moda transportasi darat berupa truk untuk memenuhi permintaan semen di daerah Jawa Timur. PT. Semen Indonesia sendiri menggunakan 28 ekspedisi untuk mengirimkan semen guna untuk memenuhi kebutuhan semen di wilayah Jawa Timur. Pengiriman semen dilakukan berdasarkan jenis semen yang akan dikirimkan seperti semen zak menggunakan truk tronton dan truk trailer, sedangkan untuk semen curah menggunakan truk kapsul sesuai dengan tabel 4.1

Tabel 4.1 Jenis Truk Pengiriman Semen

KODE	JENIS TRUK	KAPASITAS
303	TRONTON PENDEK	>25T
304	TRONTON PANJANG	30T
305	TRUCK GANDENG	40T
306	TRAILER PNDK	<45T
307	TRAILER PNJNG	45-60T
308	TRUCK CAPSUL (CURAH)	tronton 30Ton
		trailer 55 Ton
309	DUMP TRUCK	clinker

4.1.4 Gudang Distributor

PT. Semen Indonesia memiliki mitra untuk mendistribusikan semen pada wilayah jawa timur sebanyak 16 distributor resmi yang terdaftar. 16 distributor tersebut memiliki gudang-gudang yang berfungsi untuk menyalurkan semen pada wilayah-wilayah tertentu. Total gudang distributor yang dimiliki 16 distributor tersebut sebanyak 71 gudang yang terletak di 8 area seperti **Lampiran 1**. Pada penelitian ini gudang distributor yang ditinjau adalah 3 gudang distributor terbesar setiap kota dengan minimum pengiriman sebesar 100 kali pengiriman dalam setahun. Data gudang distributor yang ditinjau dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kota Berdasarkan Distributor Per Area

NO	AREA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	SURABAYA II	MALANG II	BOJONEGORO I	KEDIRI I	MADIUN I	JEMBER I	BANYUWANGI II	PAMEKASAN II
2	SURABAYA V	MALANG III	BOJONEGORO III	KEDIRI III	PONOROGO I	JEMBER II	BANYUWANGI III	PAMEKASAN IV
3	SURABAYA VIII	MALANG VI	BOJONEGORO VI	KEDIRI VI	NGAWI I	LUMAJANG I	BANYUWANGI V	PAMEKASAN V
4	SIDOARJO III	PASURUAN I	TUBAN I	BLITAR I	PACITAN I	PROBOLINGGO I	SITUBONDO I	SUMENEP II
5	SIDOARJO VI	PASURUAN II	TUBAN II	BLITAR II		PROBOLINGGO II	SITUBONDO II	SUMENEP III
6	SIDOARJO VIII		TUBAN III	BLITAR III			BONDOWOSO II	SUMENEP V
7	MOJOKERTO I		LAMONGAN I	TULUNGAGUNG I				BANGKALAN IV
8	MOJOKERTO II		LAMONGAN II	TULUNGAGUNG II				BANGKALAN VI
9	MOJOKERTO IV		LAMONGAN III	TRENGGALEK I				BANGKALAN VII
10	GRESIK II			TRENGGALEK II				SAMPANG I
11	GRESIK VI			TRENGGALEK III				SAMPANG III
12	GRESIK VII			JOMBANG I				
13				JOMBANG III				
14				NGANJUK I				
15				NGANJUK II				
16				NGANJUK III				

4.1.5 End User/Toko Kecil

Dari mitra distributor PT. Semen Indonesia untuk wilayah jawa timur memiliki end user/toko yang berfungsi untuk mendistribusikan semen ke masyarakat jawa timur. Didalam 8 area yang terbagi didalam 16 ditributor terdapat end user sebanyak 465 end user/toko Dari 465 end user/toko tersebut terbagi untuk 5 Plant pengiriman seperti yang dijelaskan pada gambar 4.1. Sebanyak 408 end user/toko dikirim melalui UP Tuban, 55 end user/toko dikirim melalui UP Gresik, 7 end user/toko dikirim melalui GP Gresik, 7 end user/toko dikirim

melalui UP Banyuwangi dan 10 end/toko dikirim melalui GP Banyuwangi

4.2 Pengolahan Data

Software yang digunakan untuk pengolahan data distribusi pengiriman semen adalah *software* EasyFit dan microsoft excel. *Software* EasyFit digunakan untuk menentukan distribusi pembuatan semen zak 40kg dari pabrik Tuban. Penentuan distribusi dilakukan dengan menggunakan data pengiriman semen selama bulan Januari sampai Desember 2014. Parameter-parameter yang di dapat dari hasil pengolahan data menggunakan *software* EasyFit dapat dilihat pada tabel 4.3

Software Microsoft Excel digunakan untuk mengolah data distribusi pengiriman semen di wilayah jawa timur. Dengan menggunakan *Software* Microsoft Excel dapat diketahui rata-rata, waktu dan jumlah pengiriman semen terhadap distributor dan end user/toko. Dengan diketahui waktu pengiriman semen dapat dilakukan perhitungan pola distribusi permintaan yang dilakukan end user/toko terhadap pabrik.

Dari pengolahan data menggunakan *software* Microsoft Excel juga dapat diketahui asal pengirman semen, banyaknya permintaan yang dilakukan end user/toko , rata-rata dan standar deviasi jumlah tonase semen yang dikirim, jumlah maksimal dan minimal pengiriman. Lamanya waktu proses pemuatan-perjalanan dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Pada Tabel 4.4 merupakan parameter parameter dari hasil pengolahan data pengiriman semen berdasarkan olahan *software* microsoft excel

Tabel 4.3 Paramater Distribusi Pabrik Tuban

PABRIK TUBAN	
PARAMETER	BETA
SHAPE 1	1,095
SHAPE 2	0,46606
VALUE OF ITEM	10684

Tabel 4.4 Parameter Gudang Distributor Berdasarkan Area

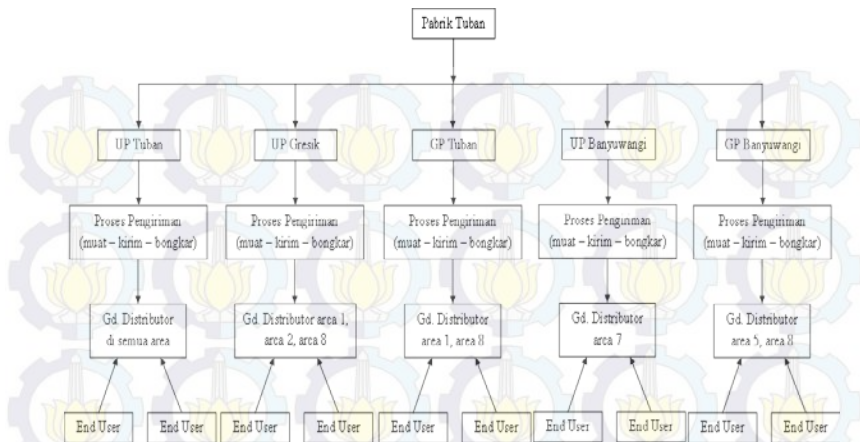
AREA	DISTRIBUTOR	DISTRUBUTION NORMAL		AVERAGE		JUMLAH PENGIRIMAN	JUMLAH END USER
		MEAN	ST. DEV	TONASE	ST. DEVIASI TONASE		
1	SURABAYA II	0,147893031	4	27,96353323	7,59233709	2468	12
	SURABAYA V	0,081912029	4	33,57652603	12,6025482	4456	21
	SURABAYA VIII	0,095250522	6	27,34159708	7,900158126	3832	30
	SIDOARJO III	0,12377077	0,5	26,99796541	10,18647936	2949	12
	SIDOARJO VI	0,070667957	0,5	33,28073572	10,94042235	5165	14
	SIDOARJO VIII	0,156450922	1	25,70638663	9,398479997	2333	4
	MOJOKERTO I	1,341911765	28	33,92279412	10,29838569	272	8
	MOJOKERTO II	0,325311943	1	30,79233512	14,13666613	1122	6
	MOJOKERTO IV	0,39630836	5	29,5092291	13,57467958	921	8
	GRESIK II	1,12654321	8	23,75925926	9,633086402	324	3
	GRESIK III	0,152210175	2	25,84945788	10,13644673	2398	9
	GRESIK VII	0,213200935	2,3	24,63406542	12,42335954	1712	5
2	MALANG II	1,09939759	55	28,83433735	8,802617119	332	19
	MALANG III	0,031955875	0	29,94685694	9,506339139	11422	48
	MALANG VI	0,152273675	0	28,87108886	9,564224136	2397	7
	PASURUAN I	0,100137174	0	32,17503429	8,515613015	3645	23
	PASURUAN II	0,187757202	0	30,3276749	7,556046775	1944	20
3	BOJONEGORO I	0,333333333	6,3	22,08219178	8,931995174	1095	8
	BOJONEGORO III	0,317115552	10,5	26,9105126	8,324144641	1151	14
	BOJONEGORO VI	0,109642535	4,9	20,63863022	7,661880233	3329	18
	TUBAN I	0,397603486	3,5	22,24618736	10,35195058	918	4
	TUBAN II	0,192510549	5,5	24,60126582	9,055957527	1896	12
	TUBAN III	0,629310345	2,3	24,58103448	10,04697012	580	2
	LAMONGAN I	0,358194308	4	25,51422964	11,1819311	1019	5
	LAMONGAN II	0,204367301	11	26,40649496	11,83637657	1786	22
	LAMONGAN III	0,073073073	0,8	30,32692693	9,91917745	4995	5
4	KEDIRI I	0,102126469	2,4	28,05428092	7,111447375	3574	10
	KEDIRI III	0,477748691	10	27,67277487	8,031748414	764	11
	KEDIRI IV	0,195396146	1,2	29,46734475	5,180999609	1868	3
	BLITAR I	0,170800187	5,5	28,6888161	7,437462073	2137	13
	BLITAR II	0,474642393	15	28,3680104	7,830467094	769	13
	BLITAR III	0,123394185	0,5	30,75659229	6,192642652	2958	6
	TULUNGAGUNG I	0,12195122	2,6	29,77079853	7,801726117	2993	9
	TULUNGAGUNG II	0,167048055	3,3	30,34919908	6,766947288	2185	10
	TRENGGALEK I	0,255960729	0,5	28,32468443	8,453574811	1426	10
	TRENGGALEK II	0,99726776	1	26,72677596	9,717471569	366	9
	TRENGGALEK III	0,699233716	4,5	27,27011494	9,491375395	522	3
	JOMBANG I	0,090954398	2,75	27,59008223	8,369450937	4013	13
	JOMBANG III	0,222696766	5,00E-06	31,34777303	3,771050949	1639	1
	NGANJUK I	0,188923395	2,75	27,49482402	8,727433234	1932	6
	NGANJUK II	0,420506912	7,1	28,35294118	7,630012455	868	7
	NGANJUK III	1,155063291	0,005	26,88291139	9,249739202	316	1
5	MADIUN I	2,723880597	32	28,83283582	8,561118402	134	5
	PONOROGO I	3,288288288	40	29,51351351	10,9526791	111	5
	NGAWI I	1,089552239	5,00E-06	30,66865672	8,873397788	335	1
	PACITAN I	0,098488937	3,5	22,46492175	9,098952544	3706	15
6	JEMBER I	0,108020124	5,15	36,30748742	13,99703753	3379	19
	JEMBER II	0,903465347	8	31,6980198	11,97274589	404	4
	LUMAJANG I	0,164488508	9,5	29,22983326	12,37899902	2219	24
	PROBOLINGGO I	0,157124408	6,5	27,56435644	9,708777188	2323	17
	PROBOLINGGOII	0,432977461	2,8	23,98576512	11,34915906	843	3

7	BANYUWANGI II	0,272795217	1,58	21,00149477	10,05846295	1338	3
	BANYUWANGI III	0,160792952	1,8	14,74052863	11,85534547	2270	5
	BANYUWANGI VI	0,152655793	2	17,48138854	9,954222455	2391	6
	SITUBONDO I	0,349616858	8,25	28,11302682	8,495898398	1044	10
	SITUBONDO II	0,355750487	3,7	28,58576998	7,661457611	1026	5
8	BONDOWOSO II	0,266617969	9	31,84514244	1,747958332	1369	15
	PAMEKASAN II	0,133797654	0,05	10,50733138	4,062073863	2728	2
	PAMEKASAN IV	0,076809764	0,3	16,90172559	7,537225178	4752	3
	PAMEKASAN V	0,094535095	0,25	20,98425278	6,932970731	3861	2
	SUMENEP II	0,165758401	0,9	13,50590372	6,434813567	2202	3
	SUMENEP III	0,422943221	2,5	16,45538818	9,917878139	863	3
	SUMENEP V	0,260342368	0,9	13,35877318	6,229866191	1402	2
	BANGKALAN IV	0,164488508	1,25	17,73174031	7,259646981	2219	4
	BANGKALAN VI	0,166971638	1,25	20,14913083	9,102703683	2186	4
	BANGKALAN VII	0,124488404	0,4	21,17360164	6,713736174	2932	2
	SAMPANG I	1,298932384	0,5	15,06405694	8,32741749	281	1
	SAMPANG III	0,171683913	0,005	12,45343368	6,696052918	2126	1

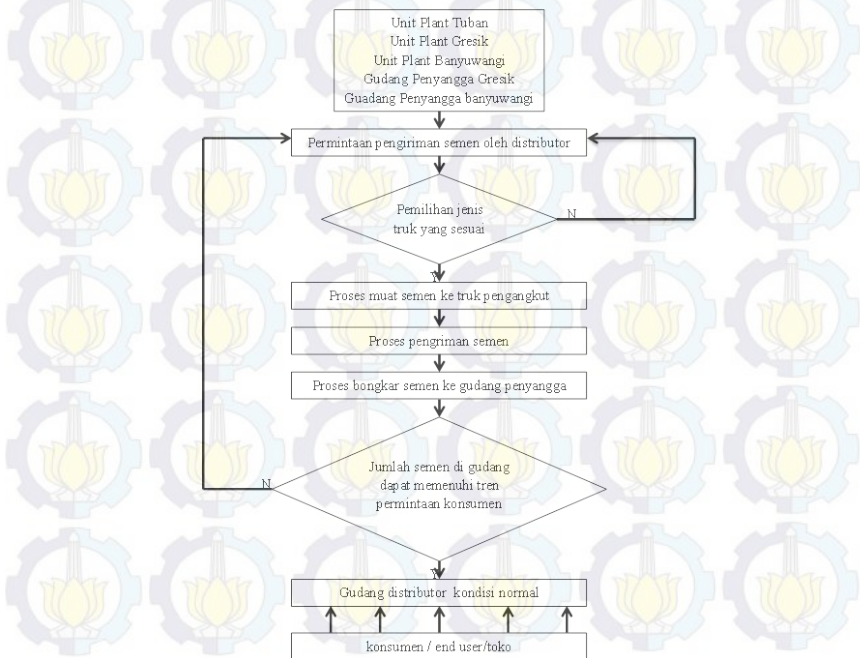
4.3 Simulasi Model Referensi

4.3.1 Pembuatan Model Konseptual

Sebelum model simulasi dibangun, perlu dirancang terlebih dahulu sebuah model konseptual untuk memudahkan pembuatan model simulasi dengan menggunakan *software* Extend™. Pembuatan model konseptual dibuat dengan menentukan peralatan-peralatan infrastruktur yang berpengaruh terhadap sistem, kemudian peralatan-peralatan tersebut ditinjau bagaimana hubungan dan interaksinya. Komponen – komponen yang ingin diketahui juga menjadi dasar dari pembuatan model konseptual ini. Model konseptual ini seperti pemilihan *plant* untuk pengiriman semen, jadwal pengiriman semen ke gudang dan konsumen, dan juga waktu yang dibutuhkan gudang distributor untuk mendapatkan pengiriman semen. Model konseptual dari pendistribusian semen ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Model Konseptual Pendistribusian Semen Zak 40 Kg



Gambar 4.2 Alur Pendistribusian Semen PT. Semen Indonesia

4.3.2 PEMBUATAN MODEL EXTEND™ 6

Sebelum menjalankan alternatif-alternatif solusi pada model simulasi, perlu dibuat terlebih dahulu model referensi pada software Extend™ yang akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan alternatif yang baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan model referensi adalah sebagai berikut :

- Komponen sistem dan operasinya disesuaikan dengan gambaran umum sistem pada subbab 4.1 hingga 4.3.1.
- Model referensi yang akan disimulasikan selama 1 tahun dimana data yang dipakai adalah bulan Januari sampai Desember 2014. Penyesuaian yang membedakan masing-masing bulan terletak pada jadwal tiap-tiap kota dalam melakukan permintaan.
- Model referensi dengan software Extend™ ini harus dapat dijalankan untuk mengetahui bahwa struktur *logic* dari sistem pada komputer ini telah benar.

Model yang dibuat adalah *terminating* model dengan kurun waktu satu tahun dan unit waktu adalah dalam jam. Model simulasi ini terdiri dari beberapa blok yang menunjukkan beberapa aktivitas tertentu dan peralatan kerja yang saling berinteraksi.

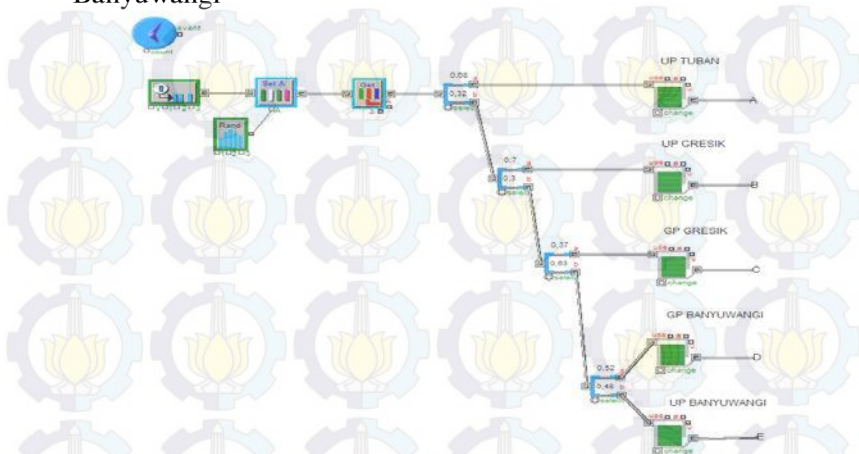
Bagian awal terdiri dari input pengiriman semen terhadap unit penyangga yang dimiliki PT. Semen Indonesia. Input pengiriman semen berupa jumlah pengiriman yang dilakukan pabrik semen di Tuban dengan menggunakan *Generator* ke tiga unit penyangga dan dua gudang penyangga yaitu UP Tuban, UP Gresik, UP Banyuwangi, GP Gresik, dan GP Banyuwangi dengan menggunakan *resource*, sedangkan kapasitas pengiriman semen diatur menggunakan set attribute. Pada simulasi ini truk dimodelkan menggunakan AGV dan lama pengiriman menggunakan *activity delay multiple*. Semua gudang distributor yang berada di setiap area menggunakan *resource*. Lalu end user/toko yang melakukan permintaan dimodelkan menggunakan *activity delay multiple*.

berdasarkan jumlah end user/toko yang melakukan permintaan, nilai permintaan yang dilakukan oleh end user/toko diatur menggunakan set attribute. Fenomena kerja tiap-tiap infrastruktur dibaca menggunakan blok information dan plotter discrete event.

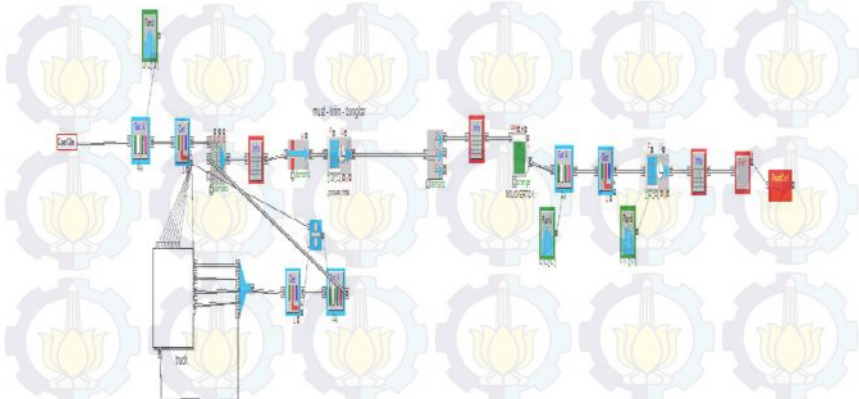
Setelah dari masing-masing unit penyangga dan gudang penyangga semen dikirim menuju area yang melakukan permintaan. Pengiriman yang menggunakan activity delay multiple di set menggunakan waktu yang telah ditentukan oleh PT. Semen Indonesia dan dapat dilihat **lampiran3**. Semen yang berada didalam resource gudang distributor akan dikirimkan ke end user/toko menggunakan activity delay multiple dengan nilai pembacaan permintaan menggunakan input random number , time unit yang digunakan dalam activity delay multiple ini adalah hari dan nilai yang dibaca dalam input random number menggunakan distribusi normal. Untuk semua area yang berada dalam wilayah jawa timur menggunakan model simulasi yang sama tetapi asal permintaan yang berbeda dan jumlah sample yang digunakan berbeda-beda. Pada gambar 4.3 dapat menunjukan pengiriman semen terhadap unit penyangga dan gudang penyangga.

Asal pengiriman semen dapat dilakukan dari seluruh unit dan gudang penyangga PT. Semen Indonesia, dari data pengiriman semen PT. Semen Indonesia diketahui bahwa satu gudang distributor dapat dikirim dari 4 asal pengiriman. Pada gambar 4.4 menunjukan bahwa gudang distributor Mojokerto I dikirim oleh satu asal pengiriman yaitu UP Tuban. Lalu pada gambar 4.5 menunjukan bahwa gudang distributor Surabaya II dikirim oleh dua asal pengiriman yaitu UP Tuban dan UP Gresik, sedangkan pada gambar 4.6 menunjukan bahwa gudang distributor Gresik III dikirim dari tiga asal pengiriman yaitu UP Tuban, Up Gresik dan GP Gresik. Kemudian pada gambar 4.7 menunjukan bahwa gudang distributor Bangkalan VI dikirim dari empat asal

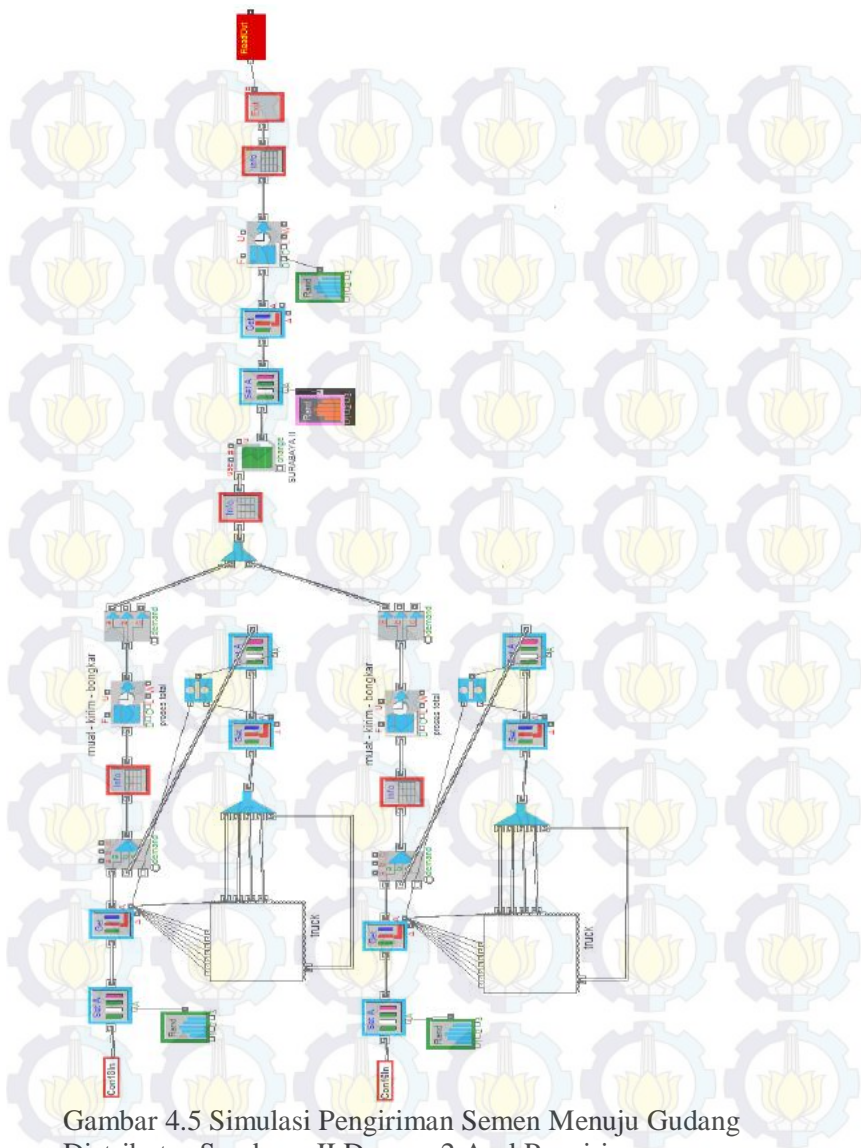
pengiriman yaitu UP Tuban, UP Gresik, GP Gresik, dan Gp Banyuwangi



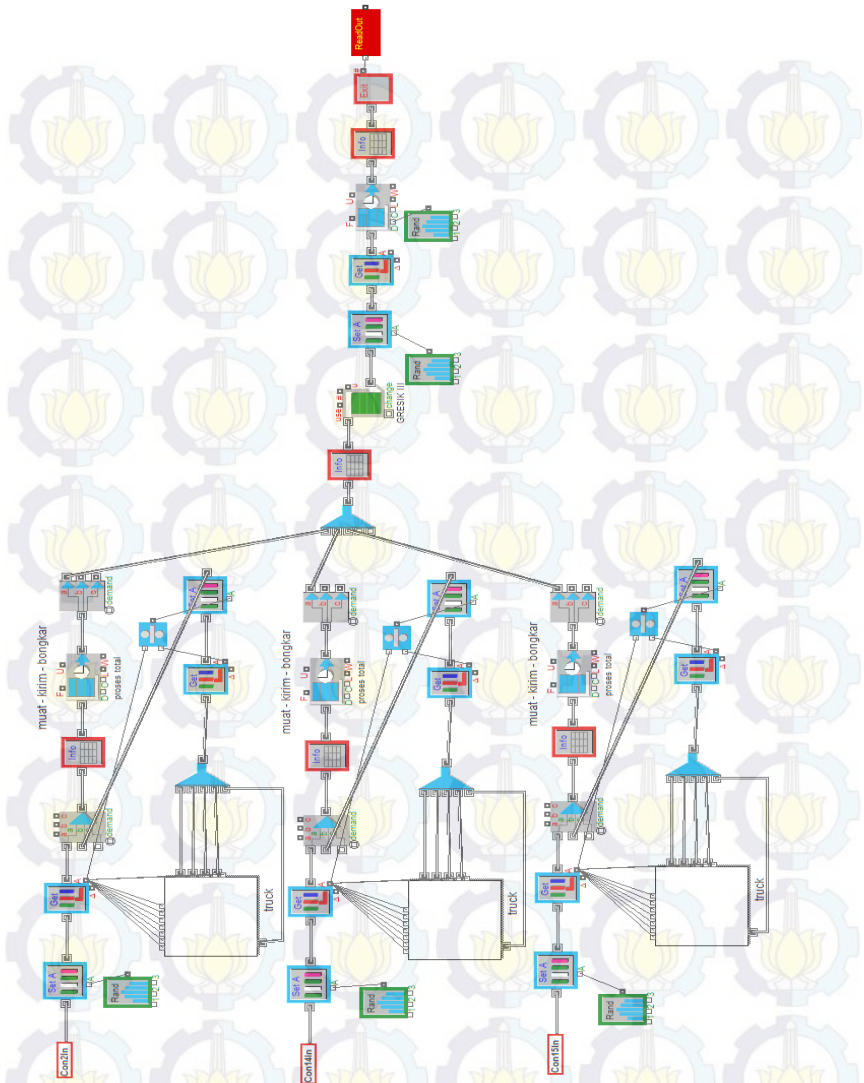
Gambar 4.3 Model Simulasi Semen Menuju Unit Penyangga Dan Gudang Penyangga



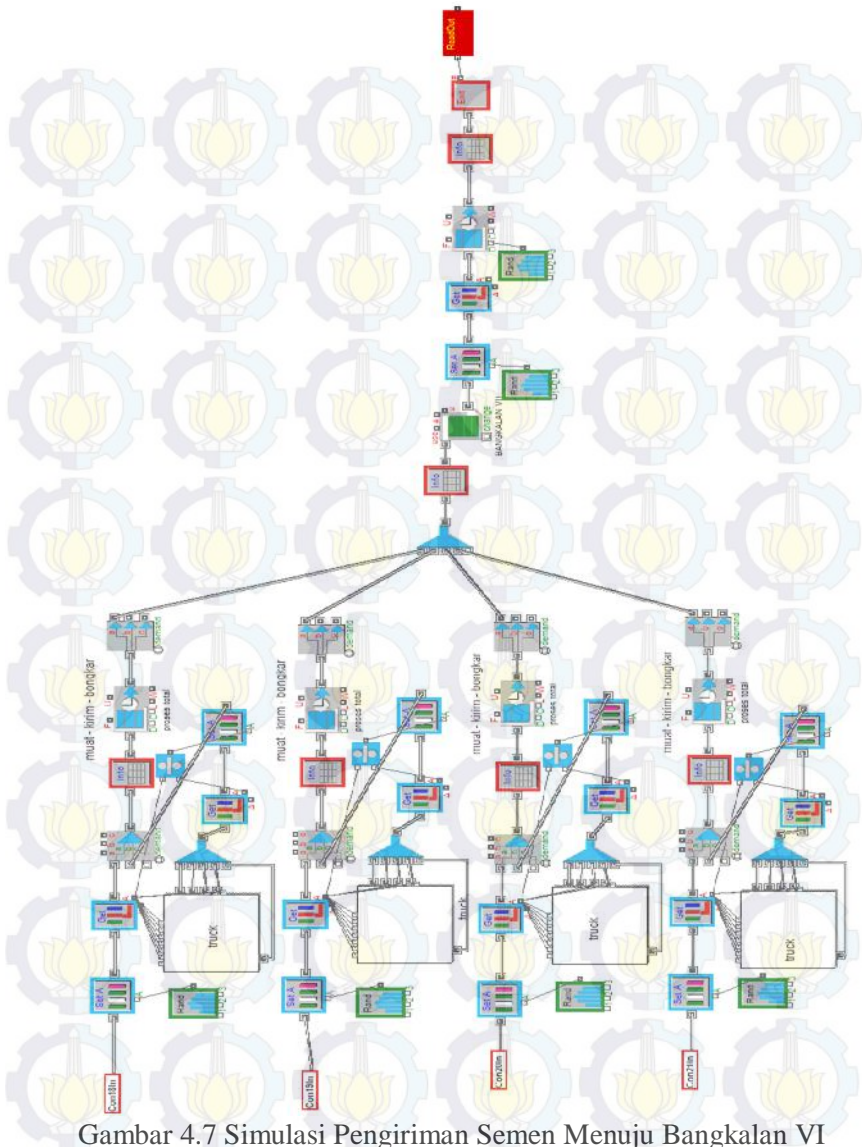
Gambar 4.4 Simulasi Pengiriman Semen Menuju Gudang Distributor Mojokerto I Dengan 1 Asal Pengiriman



Gambar 4.5 Simulasi Pengiriman Semen Menuju Gudang Distributor Surabaya II Dengan 2 Asal Pengiriman



Gambar 4.6 Simulasi Pengiriman Semen Menuju Gudang Distributor Gresik III Dengan 3 Asal Pengiriman



Gambar 4.7 Simulasi Pengiriman Semen Menuju Bangkalan VI Dengan 4 Asal Pengiriman

4.4 Validasi Model Referensi

Untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat sudah merepresentasikan sistem yang akan diteliti, perlu dilakukan validasi. Validasi model dilakukan dengan membandingkan angka dari hasil yang telah diperoleh dari permodelan dengan angka referensi atau kejadian yang sesungguhnya. Model yang valid adalah model yang memberikan keluaran rata-rata yang sama dengan keluaran sistem aktual.

Pada model simulasi ini, digunakan jumlah total pengiriman yang dilakukan pada gudang distributor Bangkalan VII.. Seperti telah disebut sebelumnya, simulasi ini dilakukan *running* selama satu tahun. Dari *running* tersebut, masing-masing dilakukan tiga kali replikasi untuk proses validasi.

Untuk mengetahui apakah jumlah pengiriman semen yang dihasilkan oleh model simulasi sama dengan jumlah pengiriman semen pada keadaan sesungguhnya, secara statistika, digunakan pengujian hipotesa dengan T test. Dari tabel B-5 (Blank, 1980), pada level pengujian $\alpha = 0.05$, untuk uji dua sisi diperoleh $t(0,025;2) = 4.036$. Kriteria penolakan atau penerimaannya:

Ho ditolak jika $t_{hitung} > t_{tabel}$

Ho diterima jika $t_{hitung} < t_{tabel}$

Perhitungan uji hipotesa dilakukan dengan software Minitab. Contoh perhitungan One Sample T yang digunakan dalam validasi ini :

One-Sample T: Waktu Bongkar Muat

Test of $\mu = 2932$ vs not = 2932

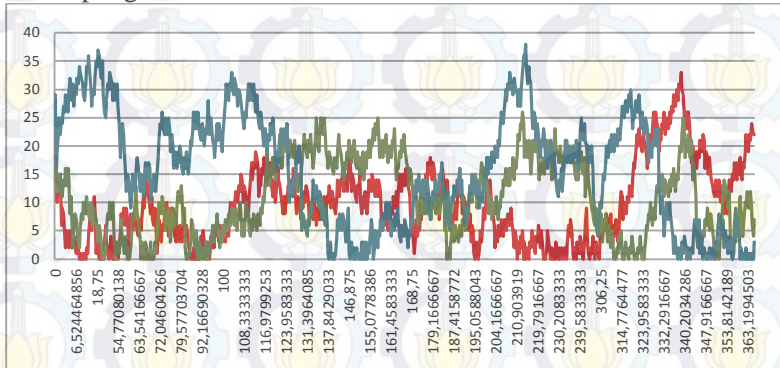
Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
Jumlah Pengiriman Semen	3	3507	233	135	(2477, 3637)	0,93	0,451

T pada pengerjaan di atas merupakan T hitung yang akan dibandingkan dengan T tabel 4.036. Maka, kesimpulan yang di dapat adalah Ho diterima karena $T_{hitung} < T_{tabel}$.

4.5 Analisa Simulasi Model Referensi

4.5.1 Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Situbondo I

Pada gambar 4.8 menunjukkan data kapasitas gudang distributor Situbondo I berdasarkan pengiriman yang dilakukan oleh UP Tuban selama 1 tahun. Garis merah, biru, dan hijau berturut-turut menunjukkan hasil *running* simulasi pertama kedua dan ketiga. Garis sumbu x menunjukkan waktu (hari), dan sumbu y menunjukkan kapasitas gudang distributor. Perhitungan kapasitas jumlah pengiriman dalam waktu 24 jam. Dari gambar terlihat bahwa adanya kekosongan gudang atau tidak adanya semen didalam gudang. Penyebab kekosongan gudang ini disebabkan karena pengiriman terhadap gudang distributor Situbondo I dilakukan melalui jarak yang sangat jauh dan memakan waktu yang cukup lama karena pengiriman dilakukan oleh UP Tuban. Diketahui jarak antara Tuban ke Situbondo sejauh 334 km dan memakan waktu proses selama 25 jam untuk sekali pengiriman.



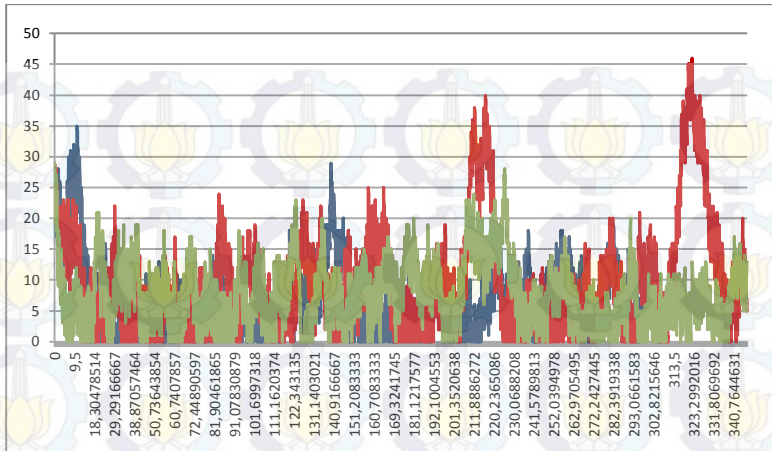
Gambar 4.8 Grafik Pengiriman Semen ke Gudang Distributor Situbondo I

Dengan *running* selama 1 tahun terlihat kekosongan gudang terjadi lebih dari 1 hari, selain itu di dapatkan nilai *reorder point* untuk pengiriman semen terhadap gudang

distributor Situbondo I dari UP Tuban sebesar 3 kali pengiriman/25 jam. Pengubahan arah pengiriman atau penambahan area pengiriman melalui UP Banyuwangi atau GP Banyuwangi diharapkan dapat mengisi kekosongan semen yang ada.

4.5.2 Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Pamekasan V

Pada gambar 4.10 menunjukkan data kapasitas gudang distributor Pamekasan V berdasarkan pengiriman yang dilakukan oleh UP Gresik, GP Gresik dan GP Banyuwangi selama 1 tahun. Garis merah, biru, dan hijau berturut-turut meunjukkan hasil *running* simulasi pertama kedua dan ketiga. Garis sumbu x menunjukkan waktu (hari), dan sumbu y menunjukkan kapasitas gudang distributor. Perhitungan kapasitas jumlah pengiriman dalam waktu 24 jam. Dari gambar terlihat bahwa adanya kekosongan gudang atau tidak adanya semen didalam gudang. Penyebab kekosongan gudang ini disebabkan karena pengiriman terhadap gudang distributor Pamekasan V dilakukan melalui jarak yang sangat jauh dan memakan waktu yang cukup lama karena adanya pengiriman dilakukan oleh GP Banyuwangi. Diketahui lama waktu proses pengirman dari Gresik ke Pamekasan selama 19 jam untuk sekali pengiriman dan lama waktu proses pengiriman dari Banyuwangi ke Pamekasan selam 40 jam untuk sekali pengiriman



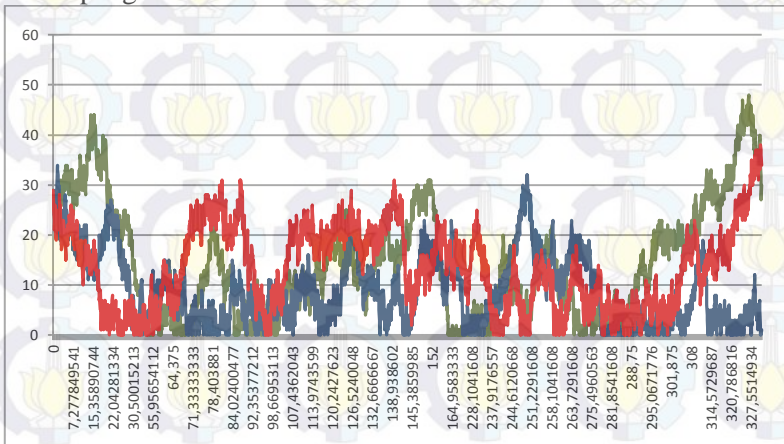
Gambar 4.9 Grafik Pengiriman Semen ke Gudang Distributor Pamekasan V

Dengan *running* selama 1 tahun terlihat kekosongan gudang terjadi lebih dari 1 hari, selain itu di dapatkan nilai *reorder point* untuk pengiriman semen terhadap gudang distributor Pamekasan V dari UP Gresik sebesar 7 kali pengiriman/ 19 jam, GP Gresik 2 kali pengiriman/19 jam dan GP Banyuwangi 1 kali pengiriman/40jam. Penambahan *reorder point* lebih besar untuk pengiriman melalui UP Gresik dan GP Gresik diharapkan dapat mengisi kekosongan semen pada gudang gudang distributor Pamekasan V dan juga menggantikan area pengiriman yang dilakukan oleh GP Banyuwangi dengan pengiriman melalui UP Gresik dan GP Gresik

4.5.3 Analisa Pengiriman Semen Melalui Gudang Distributor Bangkalan VII

Pada gambar 4.12 menunjukan data kapasitas gudang distributor Bangkalan VII berdasarkan pengiriman yang dilakukan oleh UP Tuban, UP Gresik, GP Gresik dan GP Banyuwangi selama 1 tahun. Garis merah, biru, dan hijau berturut-turut meunjukkan hasil *running* simulasi pertama kedua dan ketiga. Garis sumbu x menunjukkan waktu (hari), dan sumbu

y menunjukkan kapasitas gudang distributor. Perhitungan kapasitas jumlah pengiriman dalam waktu 24 jam. Dari gambar terlihat bahwa adanya kekosongan gudang atau tidak adanya semen didalam gudang. Penyebab kekosongan gudang ini disebabkan karena pengiriman terhadap gudang distributor Bangkalan VII dilakukan oleh banyaknya asal pengiriman melalui dengan jarak yang sangat jauh dan memakan waktu yang cukup lama karena adanya pengiriman dilakukan oleh GP Banyuwangi. Diketahui lama waktu proses pengiriman dari Tuban ke Bangkalan selama 16 jam untuk sekali, pengiriman dari Gresik ke Bangkalan selama 15 jam untuk sekali pengiriman dan pengiriman dari Banyuwangi ke Bangkalan selama 37 jam untuk sekali pengiriman.



Gambar 4.10 Grafik Pengiriman Semen ke Gudang Distributor Bangkalan VII

Dengan *running* selama 1 tahun terlihat kekosongan gudang terjadi lebih dari 1 hari, selain itu di dapatkan nilai *reorder point* untuk pengiriman semen terhadap gudang distributor Bangkalan VII dari UP Gresik sebesar 3 kali pengiriman/ 15 jam, GP Gresik 1 kali pengiriman/15 jam, UP Tuban 1 kali pengiriman/16 jam dan GP Banyuwangi 1 kali

pengiriman/40jam. Penambahan *reorder point* lebih besar untuk pengiriman melalui UP Gresik dan GP Gresik diharapkan dapat mengisi kekosongan semen pada gudang gudang distributor Bangkalan VII dan juga menggantikan area pengiriman yang dilakukan oleh GP Banyuwangi dan UP Tuban dengan jarak pengiriman yang lebih dekat yaitu melalui UP Gresik dan GP Gresik.

4.6 Simulasi Model Alternatif

Berdasarkan analisa pada bab 4.5 mengenai data pengiriman semen masing-masing daerah pengamatan terjadi kekurangan pasokan diakibatkan keterlambatan pengiriman dan jarak yang cukup jauh, dengan masalah ini dapat dilihat bahwa perlunya membuat model alternative. Model alternative ini nantinya bertujuan supaya dapat mengurangi kekosongan pengiriman semen ke gudang.

4.6.1 Analisa Simulasi Model Alternatif Pada Gudang Distributor Bangkalan VII

Untuk mengurangi kekosongan stok semen pada gudang, pada simulasi alternatif ini ditambahkan *safety stock* untuk menjamin stok semen didalam gudang agar tidak terjadi kekosongan semen didalam gudang. Berikut ini adalah perhitungan *safety stock* pada gudang distributor Bangkalan VII:

$$\begin{aligned} \text{Safety Stock} &= z \sqrt{(T + L)\sigma_d^2} \\ &= 2.05 \sqrt{(365 + 0.39)6,7^2} \\ &= 220.763 \approx 221 \end{aligned}$$

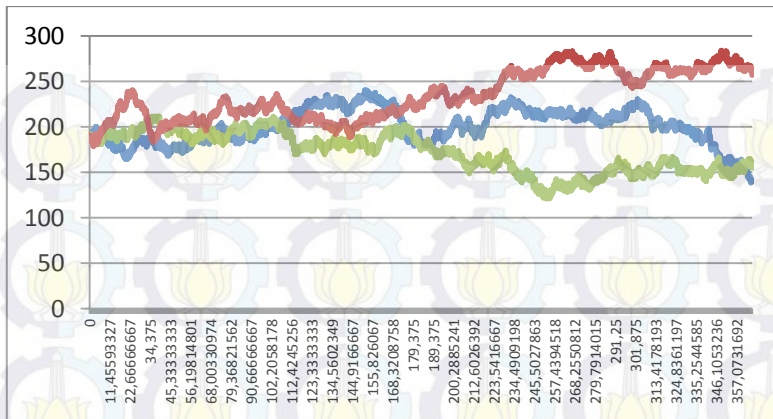
Dimana :

T: Waktu Peninjauan

L: Lead Time

σ_d^2 : standar deviasi demand

Z : z value untuk $P(0.98) = 2.05$



Gambar 4.11 Grafik model alternatif Pengiriman Semen ke Gudang Distributor Bangkalan VII

Pada gambar 4.13 menunjukkan data kapasitas gudang distributor Bangkalan VII berdasarkan model alternatif dengan penambahan *safety stock* pada gudang terhadap pengiriman yang dilakukan oleh UP Tuban, UP Gresik, GP Gresik dan GP Banyuwangi selama 1 tahun. Garis merah, biru, dan hijau berturut-turut menunjukkan hasil *running* simulasi pertama kedua dan ketiga. Garis sumbu x menunjukkan waktu (hari), dan sumbu y menunjukkan kapasitas gudang distributor. Dari gambar dapat dilihat persediaan semen didalam gudang tetap terjaga dan tidak terjadi kekurangan stok. Akan tetapi biaya tetap tinggi akibat jauhnya asal pengiriman. Oleh karena itu untuk pengoptimalan biaya distribusi semen menggunakan *software* LINGO.

4.7 Optimasi biaya Menggunakan *Software* Linear Programming (LINGO)

Dari analisa yang dijelaskan sebelumnya diketahui bahwa banyak terjadi kekurangan dalam distribusi semen zak 40kg pada wilayah jawa timur, kekurangan tersebut terjadi akibat banyaknya pengiriman semen yang dikirim tidak selalu melalui unit plant atau gudang plant terdekat dari wilayah yang akan dikirim. Masalah ini dapat di selesaikan menggunakan *software* LINGO.

Dengan menggunakan *software* LINGO dapat diketahui unit *plant* dan gudang *plant* terdekat untuk menyuplai gudang – gudang distributor. Selain itu pada *software* LINGO juga dapat diketahui juga berapa jumlah biaya pengiriman semen dari unit *plant* dan gudang *plant* terhadap gudang distributor di setiap wilayah.

4.7.1 Pembuatan Model LINGO

Pada pembuatan model LINGO ini diperlukan model matematis untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Model matematis ini harus dapat mengoptimasi pendistribusian semen di wilayah jawa timur. Model matematis yang akan dibaca sebagai berikut:

$$\text{MIN } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Subject To

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq a_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq b_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

Dimana : X_{ij} = jumlah pengiriman semen yang dikirim
 C_{ij} = biaya pengiriman semen per pengiriman
 i = gudang distributor
 j = unit plant/gudang plant
 a_j = demand
 b_i = kapasitas pabrik.

Biaya pengiriman diketahui dari hasil pengolahan data, dimana biaya pengiriman didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

biaya 1 kali pengiriman = jarak (dari plant ke gudang) x 0,25 km

dari hasil perkalian diatas didapat keseluruhan biaya untuk satu kali pengiriman ke seluruh gudang distributor. Data biaya ini dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Dengan adanya model matematis dan data-data yang dibutuhkan, maka dibuat model referensi menggunakan software LINGO. Model referensi yang dibuat seperti pada Gambar 4.16.



```

Lingo Model - Lingo1

SETS:
    Pabrik/1..5/:Kapasitas;
    Gudang/1..68/: Demand;

    Link(Pabrik, Gudang): Cost, X;
ENDSETS

DATA:
    Kapasitas = @ole('D:\Semen.xlsx', 'Kapasitas');
    Demand = @ole('D:\Semen.xlsx', 'Demand');
    Cost = @ole('D:\Semen.xlsx', 'Cost');

    @TEXT() = @WRITEFOR(Link(i,j) | X(i,j) #NE# 0:
        "Pabrik ke ", i, " mengirim semen ke gudang ", j, " sebanyak ", X(i,j), @newline(1));

    @TEXT() = @WRITEFOR(Link(i,j) | X(i,j) #NE# 0:
        "Pabrik ke ", i, " mengirim semen ke gudang ", j, " dengan biaya ",
        @SUM(Link(i,j) :Cost(i,j) * X(i,j)), @newline(1));

ENDDATA

MIN = @SUM(Link(i,j) :Cost(i,j) * X(i,j));

@FOR(Gudang(j):
    @SUM(Pabrik(i): X(i,j)) >= Demand(j);
);

@FOR(Pabrik(i):
    @SUM(Gudang(j): X(i,j)) <= Kapasitas (i);
);
    
```

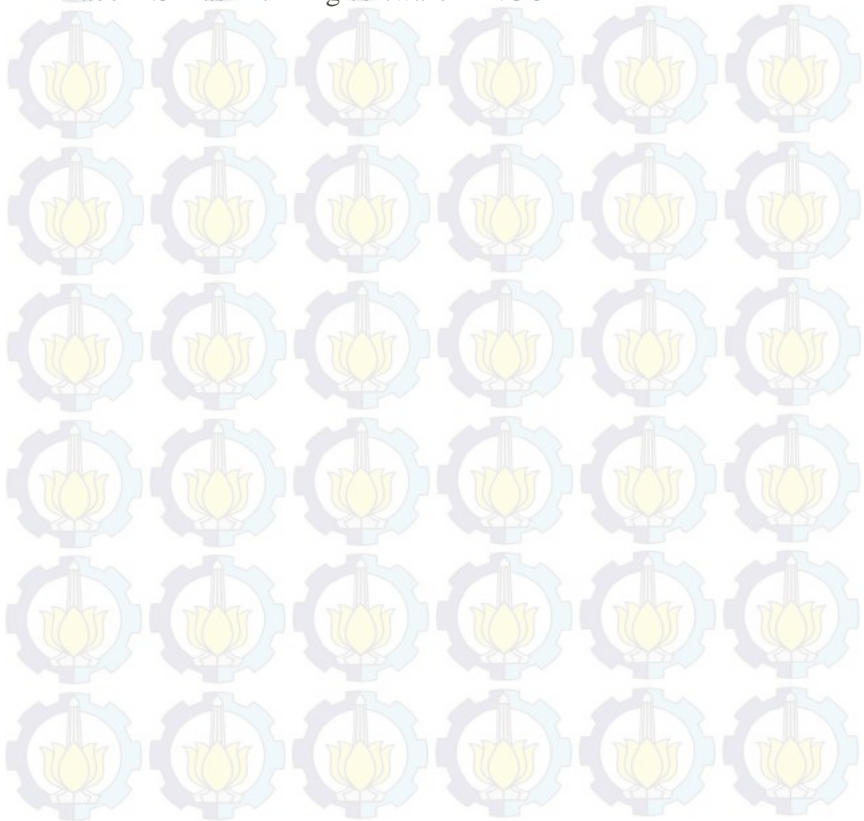
Gambar 4.12 Model distribusi dan biaya menggunakan *software* LINGO

4.7.2 Analisa Distribusi Dan Biaya Pengiriman Semen Menggunakan Software LINGO

Pada Tabel 4.5 menunjukan hasil running dari *software* LINGO, diketahui bahwa gudang distributor disuplai melalui unit *plant* atau gudang *plant* terdekat. Seperti yang diketahui sebelumnya bahwa gudang distributor Pamekasan V yang disuplai dari UP Gresik, GP Gresik dan GP Banyuwangi, setelah dilakukan optimasi menggunakan *software* LINGO didapatkan gudang distributor Pamekasan V hanya di suplai melalui UP Gresik. Begitu pula dengan gudang distributor Bagkalan VII

yang awalnya disuplai melalui UP Tuban, UP Gresik, GP Gresik, dan GP Banyuwangi menjadi UP Gresik.

Setelah dilakukan perhitungan biaya secara manual diketahui total keseluruhan biaya pengiriman semen pada wilayah jawa timur adalah sebesar 102458172. Setelah dioptimasi dengan software LINGO didapatkan total keseluruhan biaya pengiriman semen pada wilayah jawa timur sebesar 90636672. Dari data tersebut diketahui terjadi penurunan biaya sebesar 11821500 dari biaya pengiriman semen yang dilakukan pada wilayah jawa timur. Tabel 4.5 Hasil running software LINGO



Pabrik	Gudang Distributor	Jumlah pengiriman	biaya	Pabrik	Gudang Distributor	Jumlah pengiriman	biaya
UP Tuban	SURABAYA II	2468	1382080	UP Tuban	PROBOLINGGO II	843	805908
UP Tuban	SURABAYA V	4456	2495360	UP Tuban	BONDOWOSO II	1396	1828984
UP Tuban	SURABAYA VIII	3832	2145920	UP Tuban	SUMENEP II	2202	2457432
UP Tuban	SIDOARJO III	2949	1922748	UP Tuban	SUMENEP III	863	963108
UP Tuban	SIDOARJO VI	5165	3367580	UP Tuban	SUMENEP V	1402	1564632
UP Tuban	SIDOARJO VIII	2333	1521116	UP Tuban	BANGKALAN IV	2219	1375780
UP Tuban	MOJOKERTO I	272	206720	UP Tuban	BANGKALAN VI	2186	1355320
UP Tuban	MOJOKERTO II	1122	852720	UP Tuban	SAMPANG III	2126	1573240
UP Tuban	MOJOKERTO IV	921	699960	UP Gresik	PASURUAN I	3576	1130016
UP Tuban	GRESIK II	324	158112	UP Gresik	PASURUAN II	1944	614304
UP Tuban	GRESIK III	2398	1170224	UP Gresik	TUBAN I	3574	1815592
UP Tuban	GRESIK VII	1712	835456	UP Gresik	KEDIRI II	764	388112
UP Tuban	MALANG II	332	294816	UP Gresik	KEDIRI IV	1868	948944
UP Tuban	MALANG III	11422	10142736	UP Gresik	BLITAR I	2137	1290748
UP Tuban	MALANG VI	2397	2128536	UP Gresik	BLITAR II	769	464476
UP Tuban	PASURUAN I	69	55476	UP Gresik	BLITAR III	2958	1786632
UP Tuban	BOJONEGORO I	1095	490560	UP Gresik	TULUNGAGUNG I	2993	1903548
UP Tuban	BOJONEGORO III	1151	515648	UP Gresik	TULUNGAGUNG II	210	133560
UP Tuban	BOJONEGORO VI	3329	1491392	UP Gresik	TRENGGALEK II	366	279624
UP Tuban	TUBAN I	918	124848	UP Gresik	TRENGGALEK III	522	398808
UP Tuban	TUBAN II	1896	257856	UP Gresik	PONOROGO I	111	95016
UP Tuban	TUBAN III	580	78880	UP Gresik	PAMEKASAN II	2728	1233056
UP Tuban	LAMONGAN I	1019	403524	UP Gresik	PAMEKASAN IV	4752	2147904
UP Tuban	LAMONGAN II	1786	707256	UP Gresik	PAMEKASAN V	3861	1745172

UP Tuban	LAMONGAN III	4995	1978020	UP Gresik	BANGKALAN VII	2932	387024
UP Tuban	JOMBANG I	4013	3531440	UP Gresik	SAMPANG I	281	70812
UP Tuban	JOMBANG III	1639	1442320	GP Gresik	TULUNGAGUNG II	1975	1256100
UP Tuban	NGANJUK I	1932	2009280	GP Gresik	TRENGGALEK I	1426	1089464
UP Tuban	NGANJUK II	868	902720	UP Banyuwangi	JEMBER II	404	166448
UP Tuban	NGANJUK III	306	318240	UP Banyuwangi	BANYUWANGI III	1467	70416
UP Tuban	MADIUN I	134	167232	UP Banyuwangi	BANYUWANGI VI	1391	66768
UP Tuban	NGAWI I	335	247900	UP Banyuwangi	SITUBONDO II	1026	398088
UP Tuban	PACITAN I	3706	4743680	GP Banyuwangi	JEMBER I	1611	663732
UP Tuban	JEMBER I	1768	2312544	GP Banyuwangi	BANYUWANGI II	1338	64224
UP Tuban	LUMAJANG I	2219	2520784	GP Banyuwangi	BANYUWANGI III	803	38544
UP Tuban	PROBOLINGGO I	2323	2220788	GP Banyuwangi	SITUBONDO I	1044	405072



BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kekosongan semen terjadi pada gudang distributor Situbondo I dikarenakan tidak Efisiennya pengiriman yang dilakukan oleh PT. Semen Indonesia. Hal ini dapat menyebabkan tingginya biaya ongkos kirim.
2. Perubahan asal pengiriman menuju gudang distributor Situbondo I dari UP Tuban menjadi UP Banyuwangi menghasilkan kekosongan gudang tidak terjadi lagi dan didapat pula nilai reorder baru sebesar 2 kali pengiriman/14jam
3. Dengan optimasi menggunakan *software* LINGO diketahui gudang distributor situbondo I di suplai hanya melalui GP Banyuwangi.
4. Kekosongan semen terjadi pada gudang distributor Pamekasan V dikarenakan pengiriman semen melalui 3 asal pengiriman yaitu UP Gresik, GP Gresik, dan GP Banyuwangi, dimana terjadi kurangnya efisiensi karena lamanya waktu pengiriman dari GP Banyuwangi.
5. Pengurangan asal pengiriman pada gudang Distributor Pamekasan V yang awalnya UP Gresik, GP Gresik, dan GP Banyuwangi menjadi UP Gresik, GP Gresik serta menaikkan nilai *reorder point* menjadi dari UP Gresik sebesar 6 kali pengirim/15jam dan GP Gresik sebesar 6 kali pengiriman/15jam menghasilkan tidak terjadinya kekosongan gudang.
6. Dengan optimasi menggunakan *software* LINGO diketahui gudang distributor Pamekasan V di suplai hanya melalui UP Gresik.
7. Kekosongan semen terjadi pada gudang distributor Bangkalan VIII dikarenakan pengiriman semen melalui 4 asal

pengiriman yaitu UP Tuban, UP Gresik, GP Gresik, dan GP Banyuwangi, dimana terjadi kurangnya efisiensi karena lamanya waktu pengiriman dari UP Tuban dan GP Banyuwangi.

8. Pengurangan asal pengiriman pada gudang Distributor Bangkalan VIII yang awalnya UP Tuban UP Gresik, GP Gresik, dan GP Banyuwangi menjadi UP Gresik, GP Gresik serta menaikkan nilai *reorder point* menjadi dari UP Gresik sebesar 5 kali pengiriman/14jam dan Gp Gresik sebesar 3 kali pengiriman/14jam.
9. Dengan optimasi menggunakan *software* LINGO diketahui gudang distributor Bangkalan VII di suplai hanya melalui UP Gresik.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Sebaiknya dilakukan perhitungan jarak dan waktu antar wilayah pengiriman terhadap gudang distributor, dengan perhitungan tersebut dapat dipetakan gudang distributor terdekat dari unit penyangga dan gudang penyangga
2. Sebaiknya dipilih area asal pengiriman yang lebih dekat untuk mendapatkan efisiensi waktu dan biaya yang lebih baik
3. Sebaiknya melakukan pengiriman dengan yang lebih banyak pada kota-kota yang memiliki tren permintaan yang tinggi
4. Lebih baik menggunakan alat transportasi yang dimiliki sendiri karena dengan alat transportasi dimiliki sendiri dapat meningkatkan efektifitas dalam pengiriman semen.

LAMPIRAN 1

NO	AREA	KODE LT/DA	NAMA GO. DISTRIBUTOR	ALAMAT	LUAS GUDANG (M2)	KAP GD/ZAik	KEMAMPUAN BONGKAR/DAY (Jml Truk)
1	AREA 1	1040001000	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Karangandang Legundi - Gresik	440	26,400	5
2		1040150000	Waru Abadi, PT	Jl. By pass Juanda Sedati Sidoarjo (sebelah pom bensin)	504	15,120	4
3		1060009000	KWSG	Jl. Raya Ambeng Ambeng 77 (Duduk) Gresik	1,200	72,000	4
4		1060150000	KWSG	Jl. Raya By Pass Km. 29 Krian Sidoarjo	900	54,000	5
5		1000101000	Varia Usaha, PT	Jl. Mayjard Sungkono Gimp - Gresik	600	36,000	5
6		1000222000	Varia Usaha, PT	Jl. Ibrahim Zahier - Gresik (Angutan)	180	10,800	2
7		1000234000	Varia Usaha, PT	Jl. Ry. Kutorejo-Diangi Ds. Windurejo Mojokerto	288	17,280	2
8		2150068000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Margomulyo Indah I/B-23 Surabaya	2,250	135,000	6
9		2150109000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya By Pass Mojokerto	900	54,000	3
10		2150033000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Ry. Kali Rungkut No.40 - Surabaya	600	36,000	3
11		2150034000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Dupak Rukun No.220 - Surabaya	700	42,000	4
12		2150229000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Ry. Sidorejo No. 100 Trosobo - Sidoarjo	3,312	198,720	8
13		2150107000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Perdagangan Masipon Romokalisari	1,100	66,000	4
14		2150160000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya Kallion 57 Surabaya	1,820	109,200	7
TOTAL AREA 1						872,520	65
15	AREA 2	1470155000	Jawa Berkah Utama, PT	Jl. Terasan Batu Bara No. 38B - Malang	900	54,000	5
16		1470192000	Jawa Berkah Utama, PT	Jl. Raya Jaran Ds. Donowarih Ngabes MLG	1,086	65,160	7
17		1470195000	Jawa Berkah Utama, PT	Jl. Raya Karangasul Gondanglegi Malang (25 km)	1,080	64,800	30
18		1470194000	Jawa Berkah Utama, PT	Jl. Raya Sby Pasuruan Km.37 Gempol Pasuruan	966	57,960	10
19		1000049000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Genengan RT.03/RW.09 Pktaji - Malang	850	51,000	5
20		1000223000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Singosari Karangloso - Malang	810	48,600	5
21		1060149000	KWSG	Jl. Raya Klaton dan Pom bensin Trb. Karto Pasuruan	2,337	140,220	5
TOTAL AREA 2						478,140	67
22	AREA 3	2200001000	Lancar Bhakti Putra Segitjira, PT	Jl. Sunan Drajat No. 170 - Lamongan	1,500	90,000	8
23		2200005000	Lancar Bhakti Putra Segitjira, PT	Jl. Ry. Prayungan (burendi) Bojonegara	1,440	86,400	6
24		1060006000	KWSG	Jl. Wahidin Sudiro Husodo 76 A Tulan	390	23,400	4
25		1060062000	KWSG Babat	Jl. Ry. Timur Psr Gembong No. 47 Babat - Lamongan	288	17,280	2
26		1060147000	KWSG Soko	Jl. Sokasari RT.09/RW.01 Soko - Tulung	240	14,400	2
27		1060148000	KWSG Jalingo	Jl. Raya desa Paseyan, Jalingo-Tuban	288	17,280	2
28		1000206000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Ds. Sidokawal Kec. Kapes Bojonegara	750	45,000	12
29		1000221000	Varia Usaha, PT (Lamongan)	Jl. Raya Sugjo Lamongan	300	18,000	4
30		1410185000	Bhakti Putra Wiramandiri, PT	Jl. Ry. Karang Langit, Pucuk - Lamongan	300	18,000	2
TOTAL AREA 3						329,760	42
31	AREA 4	1040140000	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Ngadiluwih No.23 - Kediri	650	39,000	5
32		1040140093	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Ngadisuko Durenan, Trenggalek	120	7,200	5
33		1040151000	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Bitter - Malang KM. 5 Desa Pojok Kec. Garum Bitter	700	42,000	5
34		1000500000	Varia Usaha, PT	Jl. Pajenejo No.9 Perak - Jombang	750	45,000	5
35		1000203000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Ngantun No. 26 - Tulungagung	748	44,880	5
36		1000220000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Bitter-Wing dan Ds. Klemunan Bitter	126	7,560	3
37		1000224000	Varia Usaha, PT	Jl. Raya Ngadisuko Bandung Kec. Durenan Trenggalek	510	30,600	3
38		1400094000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Brigjen Kertanto No.98 - Jombang	600	36,000	5
39		1400104000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Pangsup No 198 - Nganjuk	300	18,000	5
40		1400137000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Ry. Dan. Salernego Ds. Pilosari Kec. Ngajuk - Trengg	1,000	60,000	5
41		1400095000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Kapten Tendean No.5 - Kediri	600	36,000	5
42		1400105000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Ry. Karangn - Trenggalek	360	21,600	5
43		1400106000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Jl. Mandowari karangro Sit Krt Pos - Bitter	550	33,000	5
44		1400136000	Panca Putra Ciptaperkasa, PT	Gudang Pare	265	15,900	3
TOTAL AREA 4						436,740	64
46	AREA 5	1000014000	Varia Usaha, PT	Jl. Ry. Madun-Ponorogo Ds. Miller Kec. Babaden - Ponorogo	640	38,400	3
47		1000216000	Varia Usaha, PT	Jl. Ry. NGAWI	750	45,000	3
48		1000218000	Varia Usaha, PT	Ds. Mantren RT.9/RW.3Kec. Karangore Kab. Magetan	160	9,600	3
48		1440028000	Abadi Putra Wiramandiri, PT	Jl. Ry. Madun-Stolo Jiwan - Madun	1,200	72,000	7
49		1440014000	Abadi Putra Wiramandiri, PT	Jl. Ry. Madun-Ponorogo Km.3 Babaden	750	39,375	5
50		1440037000	Abadi Putra Wiramandiri, PT	Jl. Gajah Mada RT. 0203 Milangsi Panekan Magetan	784	47,160	5
51		1600030000	Kebak Kramat Elang Perikasa	Jl. Kol sugiono 34 Pucang sewu Pacitan	494	29,640	5
TOTAL AREA 5						275,175	31

51	AREA 6	1530095000	Lancar Bola Batu Sejahtera, PT	Jl. Raya Dringu, Dringu Probolinggo	1.304	78.240	6
52		1040039501	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Hamka No.12 lawean - Probolinggo	480	28.800	3
53		1040147000	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Bondowoso Krajan Jebuk Jember	600	36.000	5
54		1420063000	Mitra Maju Mapan, PT	Jl. Teratai Labruk Lor - Lumajang	753	45.180	5
55		1420062000	Mitra Maju Mapan, PT	Jl. Teuku Umar No. 87 - Jember	1.200	72.000	7
TOTAL AREA 6						260.220	26
56	AREA 7	1040145000	Waru Abadi, PT	Jl. Raya Pakisan No. 3, Balaan - Bondowoso	540	32.400	5
57		1060139000	KWSG	Jl. Raya Mandiri No.8 Rogojampi Banyuwangi	360	21.600	5
58		1000202000	Varia Usaha, PT	Jl. Watu Dodol Kelapang - Banyuwangi	360	21.600	5
59		1000133000	Varia Usaha, PT	Jl. Kali Selat No.222 Ds Sempu Sralan - Banyuwangi	145	8.700	5
61		1420083000	Mitra Maju Mapan, PT	Jl. Raya Sukoratan Kec. Srono Banyuwangi	360	21.600	4
62		1530096000	Lancar Bola Batu Sejahtera, PT	Jl. Raya PB Sudirman No.100 Panerukan Situbondo	414	24.840	4
TOTAL AREA 7						130.740	28
63	AREA 8	1000128000	Varia Usaha, PT	Jl. Ry Dumajah Tn Mth Daya - Bangkalan	525	31.500	6
64		1000219000	Varia Usaha, PT	Gudang Tambung - Pamekasan	227	13.620	4
65		2150102000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya Tangkil, Bumi Bangkalan1	314	22.440	5
66		2150086000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya Sepulu Desa Sepulu Kec. Sepulu Bangkalan2	300	18.000	8
67		2150104000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	RAYA KETAPANG DAYA SAMPANG	500	30.000	5
68		2150105000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. RAYA AMBAT TANAKAN 1	1.000	60.000	1
69		2150087000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya Tanakan2, Brantah Pamekasan	1.000	60.000	1
70		2150092000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Trunjoyo Sumenep	330	19.800	1
71		2150103000	Berhasil Indonesia Gemilang, PT	Jl. Raya Pasaan - Pamekasan	300	18.000	1
TOTAL AREA 8						273.360	31
GRAND TOTAL						3.056.655	354

LAMPIRAN 2

Kode Provinsi	Nama provinsi	KODE KOTA	NAMA KOTA	JARAK	Lama proses pabrik	Kecepatan Truk	istirahat	Total Waktu
				KM	8	25		
1025	JAWA TIMUR	251001	GRESIK	122	8	4,88	2	15
1025	JAWA TIMUR	251002	SURABAYA I	140	8	5,6	2	16
1025	JAWA TIMUR	251003	SURABAYA II	145	8	5,8	2	16
1025	JAWA TIMUR	251004	SURABAYA III	150	8	6	2	16
1025	JAWA TIMUR	251005	SIDOARJO	163	8	6,52	2	17
1025	JAWA TIMUR	251006	MOJOKERTO	190	8	7,6	2	18
1025	JAWA TIMUR	252001	PASURUAN	201	8	8,04	2	18
1025	JAWA TIMUR	252002	BLITAR	306	8	12,24	4	24
1025	JAWA TIMUR	252003	MALANG	222	8	8,88	2	19
1025	JAWA TIMUR	253001	LAMONGAN	99	8	3,96	0	12
1025	JAWA TIMUR	253002	BABAT	64	8	2,56	0	11
1025	JAWA TIMUR	253003	TUBAN	34	8	1,36	0	9
1025	JAWA TIMUR	253004	SOKO RENGEL	52	8	2,08	0	10
1025	JAWA TIMUR	253005	JATIROGO	97	8	3,88	0	12
1025	JAWA TIMUR	253006	NGRAHO	160	8	6,4	2	16
1025	JAWA TIMUR	253007	BULU	29	8	1,16	0	9
1025	JAWA TIMUR	253008	PADANGAN	140	8	5,6	2	16
1025	JAWA TIMUR	253009	BOJONEGORO	112	8	4,48	2	14
1025	JAWA TIMUR	254001	JOMBANG	220	8	8,8	2	19
1025	JAWA TIMUR	254002	NGANJUK	260	8	10,4	4	22
1025	JAWA TIMUR	254003	KEDIRI	265	8	10,6	4	23
1025	JAWA TIMUR	254004	TULUNGAGUNG	295	8	11,8	4	24
1025	JAWA TIMUR	254005	TRENGGALEK	327	8	13,08	4	25
1025	JAWA TIMUR	254006	KERTOSONO	237	8	9,48	2	19
1025	JAWA TIMUR	254007	PARE	249	8	9,96	2	20
1025	JAWA TIMUR	255001	MADIUN	312	8	12,48	4	24
1025	JAWA TIMUR	255002	MAGETAN	336	8	13,44	4	25
1025	JAWA TIMUR	255003	NGAWI	185	8	7,4	2	17
1025	JAWA TIMUR	255004	PONOROGO	340	8	13,6	4	26
1025	JAWA TIMUR	255005	PACITAN	320	8	12,8	4	25
1025	JAWA TIMUR	255006	WALIKUN	233	8	9,32	2	19
1025	JAWA TIMUR	255008	SLOGOHIMO	320	8	12,8	4	25
1025	JAWA TIMUR	256001	JEMBER	327	8	13,08	4	25
1025	JAWA TIMUR	256002	KALISAT	339	8	13,56	4	26
1025	JAWA TIMUR	256003	PROBOLINGGO	239	8	9,56	2	20
1025	JAWA TIMUR	256004	LUMAJANG	284	8	11,36	4	23
1025	JAWA TIMUR	256005	PAITON	270	8	10,8	4	23
1025	JAWA TIMUR	257001	BONDOWOSO	366	8	14,64	4	27
1025	JAWA TIMUR	257002	SITUBONDO	334	8	13,36	4	25
1025	JAWA TIMUR	257003	BANYUWANGI	428	8	17,12	12	37
1025	JAWA TIMUR	257004	BESUKI	288	8	11,52	4	24
1025	JAWA TIMUR	258001	BANGKALAN	155	8	6,2	2	16
1025	JAWA TIMUR	258002	SAMPANG	185	8	7,4	2	17
1025	JAWA TIMUR	258003	PAMEKASAN	235	8	9,4	2	19
1025	JAWA TIMUR	258004	SUMENEP	279	8	11,16	4	23

LAMPIRAN 3

Provinsi	Kode	Nama Kota	Jarak dari	Biaya	jarak dari	Biaya	Jarak Dari	Biaya
	kota		Tuban		Gresik		Banyuwangi	
JAWA TIMUR	251002	SURABAYA	140	560	28	112	291	1164
JAWA TIMUR	251005	SIDOARJO	163	652	41	164	278	1112
JAWA TIMUR	251006	MOJOKERTO	190	760	68	272	294	1176
JAWA TIMUR	251001	GRESIK	122	488	8	32	309	1236
JAWA TIMUR	252003	MALANG	222	888	100	400	282	1128
JAWA TIMUR	252001	PASURUAN	201	804	79	316	229	916
JAWA TIMUR	253009	BOJONEGORO	112	448	94	376	398	1592
JAWA TIMUR	253003	TUBAN	34	136	122	488	428	1712
JAWA TIMUR	253001	LAMONGAN	99	396	28	112	334	1336
JAWA TIMUR	254003	KEDIRI	265	1060	127	508	360	1440
JAWA TIMUR	252002	BLITAR	306	1224	151	604	338	1352
JAWA TIMUR	254004	TULUNGAGUNG	295	1180	159	636	391	1564
JAWA TIMUR	254005	TRENGGALEK	327	1308	191	764	415	1660
JAWA TIMUR	254001	JOMBANG	220	880	102	408	317	1268
JAWA TIMUR	254002	NGANJUK	260	1040	142	568	376	1504
JAWA TIMUR	255001	MADIUN	312	1248	192	768	410	1640
JAWA TIMUR	255004	PONOROGO	340	1360	214	856	439	1756
JAWA TIMUR	255003	NGAWI	185	740	168	672	421	1684
JAWA TIMUR	255005	PACITAN	320	1280	281	1124	476	1904
JAWA TIMUR	256001	JEMBER	327	1308	215	860	103	412
JAWA TIMUR	256004	LUMAJANG	284	1136	164	656	168	672
JAWA TIMUR	256003	PROBOLINGGO	239	956	117	468	193	772
JAWA TIMUR	257003	BANYUWANGI	428	1712	309	1236	12	48
JAWA TIMUR	257002	SITUBONDO	334	1336	215	860	97	388
JAWA TIMUR	257001	BONDOWOSO	366	1464	247	988	130	520
JAWA TIMUR	258003	PAMEKASAN	235	940	113	452	376	1504
JAWA TIMUR	258004	SUMENEP	279	1116	157	628	410	1640
JAWA TIMUR	258001	BANGKALAN	155	620	33	132	298	1192
JAWA TIMUR	258002	SAMPANG	185	740	63	252	327	1308

LAMPIRAN 4

Total variables: 341

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

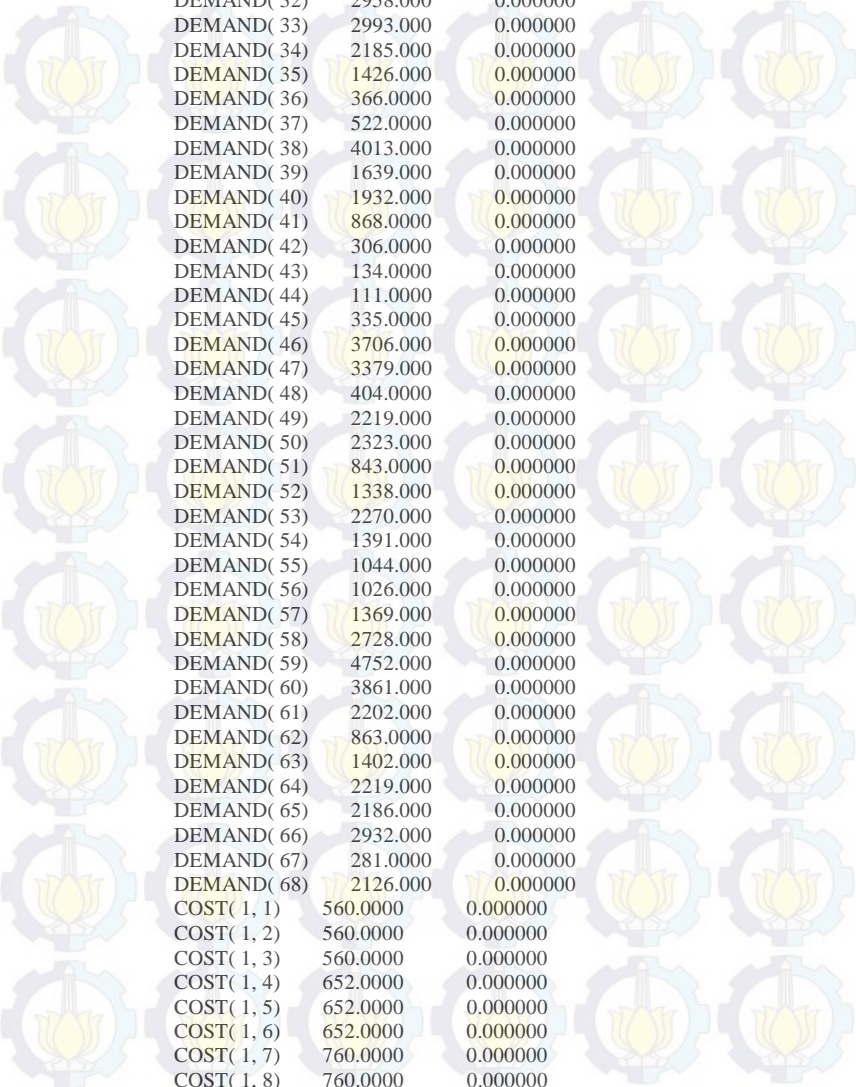
Total constraints: 74

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 1020

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
O	0.000000	0.000000
KAPASITAS(1)	125656.0	0.000000
KAPASITAS(2)	36346.00	0.000000
KAPASITAS(3)	3401.000	0.000000
KAPASITAS(4)	4288.000	0.000000
KAPASITAS(5)	4796.000	0.000000
DEMAND(1)	2468.000	0.000000
DEMAND(2)	4456.000	0.000000
DEMAND(3)	3832.000	0.000000
DEMAND(4)	2949.000	0.000000
DEMAND(5)	5165.000	0.000000
DEMAND(6)	2333.000	0.000000
DEMAND(7)	272.0000	0.000000
DEMAND(8)	1122.000	0.000000
DEMAND(9)	921.0000	0.000000
DEMAND(10)	324.0000	0.000000
DEMAND(11)	2398.000	0.000000
DEMAND(12)	1712.000	0.000000
DEMAND(13)	332.0000	0.000000
DEMAND(14)	11422.00	0.000000
DEMAND(15)	2397.000	0.000000
DEMAND(16)	3645.000	0.000000
DEMAND(17)	1944.000	0.000000
DEMAND(18)	1095.000	0.000000
DEMAND(19)	1151.000	0.000000
DEMAND(20)	3329.000	0.000000
DEMAND(21)	918.0000	0.000000
DEMAND(22)	1896.000	0.000000
DEMAND(23)	580.0000	0.000000
DEMAND(24)	1019.000	0.000000
DEMAND(25)	1786.000	0.000000
DEMAND(26)	4995.000	0.000000
DEMAND(27)	3574.000	0.000000
DEMAND(28)	764.0000	0.000000
DEMAND(29)	1868.000	0.000000



DEMAND(30)	2137.000	0.000000
DEMAND(31)	769.0000	0.000000
DEMAND(32)	2958.000	0.000000
DEMAND(33)	2993.000	0.000000
DEMAND(34)	2185.000	0.000000
DEMAND(35)	1426.000	0.000000
DEMAND(36)	366.0000	0.000000
DEMAND(37)	522.0000	0.000000
DEMAND(38)	4013.000	0.000000
DEMAND(39)	1639.000	0.000000
DEMAND(40)	1932.000	0.000000
DEMAND(41)	868.0000	0.000000
DEMAND(42)	306.0000	0.000000
DEMAND(43)	134.0000	0.000000
DEMAND(44)	111.0000	0.000000
DEMAND(45)	335.0000	0.000000
DEMAND(46)	3706.000	0.000000
DEMAND(47)	3379.000	0.000000
DEMAND(48)	404.0000	0.000000
DEMAND(49)	2219.000	0.000000
DEMAND(50)	2323.000	0.000000
DEMAND(51)	843.0000	0.000000
DEMAND(52)	1338.000	0.000000
DEMAND(53)	2270.000	0.000000
DEMAND(54)	1391.000	0.000000
DEMAND(55)	1044.000	0.000000
DEMAND(56)	1026.000	0.000000
DEMAND(57)	1369.000	0.000000
DEMAND(58)	2728.000	0.000000
DEMAND(59)	4752.000	0.000000
DEMAND(60)	3861.000	0.000000
DEMAND(61)	2202.000	0.000000
DEMAND(62)	863.0000	0.000000
DEMAND(63)	1402.000	0.000000
DEMAND(64)	2219.000	0.000000
DEMAND(65)	2186.000	0.000000
DEMAND(66)	2932.000	0.000000
DEMAND(67)	281.0000	0.000000
DEMAND(68)	2126.000	0.000000
COST(1, 1)	560.0000	0.000000
COST(1, 2)	560.0000	0.000000
COST(1, 3)	560.0000	0.000000
COST(1, 4)	652.0000	0.000000
COST(1, 5)	652.0000	0.000000
COST(1, 6)	652.0000	0.000000
COST(1, 7)	760.0000	0.000000
COST(1, 8)	760.0000	0.000000
COST(1, 9)	760.0000	0.000000
COST(1, 10)	488.0000	0.000000

COST(1, 11)	488.0000	0.000000
COST(1, 12)	488.0000	0.000000
COST(1, 13)	888.0000	0.000000
COST(1, 14)	888.0000	0.000000
COST(1, 15)	888.0000	0.000000
COST(1, 16)	804.0000	0.000000
COST(1, 17)	804.0000	0.000000
COST(1, 18)	448.0000	0.000000
COST(1, 19)	448.0000	0.000000
COST(1, 20)	448.0000	0.000000
COST(1, 21)	136.0000	0.000000
COST(1, 22)	136.0000	0.000000
COST(1, 23)	136.0000	0.000000
COST(1, 24)	396.0000	0.000000
COST(1, 25)	396.0000	0.000000
COST(1, 26)	396.0000	0.000000
COST(1, 27)	1060.000	0.000000
COST(1, 28)	1060.000	0.000000
COST(1, 29)	1060.000	0.000000
COST(1, 30)	1224.000	0.000000
COST(1, 31)	1224.000	0.000000
COST(1, 32)	1224.000	0.000000
COST(1, 33)	1180.000	0.000000
COST(1, 34)	1180.000	0.000000
COST(1, 35)	1308.000	0.000000
COST(1, 36)	1308.000	0.000000
COST(1, 37)	1308.000	0.000000
COST(1, 38)	880.0000	0.000000
COST(1, 39)	880.0000	0.000000
COST(1, 40)	1040.000	0.000000
COST(1, 41)	1040.000	0.000000
COST(1, 42)	1040.000	0.000000
COST(1, 43)	1248.000	0.000000
COST(1, 44)	1360.000	0.000000
COST(1, 45)	740.0000	0.000000
COST(1, 46)	1280.000	0.000000
COST(1, 47)	1308.000	0.000000
COST(1, 48)	1356.000	0.000000
COST(1, 49)	1136.000	0.000000
COST(1, 50)	956.0000	0.000000
COST(1, 51)	956.0000	0.000000
COST(1, 52)	1712.000	0.000000
COST(1, 53)	1712.000	0.000000
COST(1, 54)	1712.000	0.000000
COST(1, 55)	1336.000	0.000000
COST(1, 56)	1336.000	0.000000
COST(1, 57)	1336.000	0.000000
COST(1, 58)	940.0000	0.000000
COST(1, 59)	940.0000	0.000000

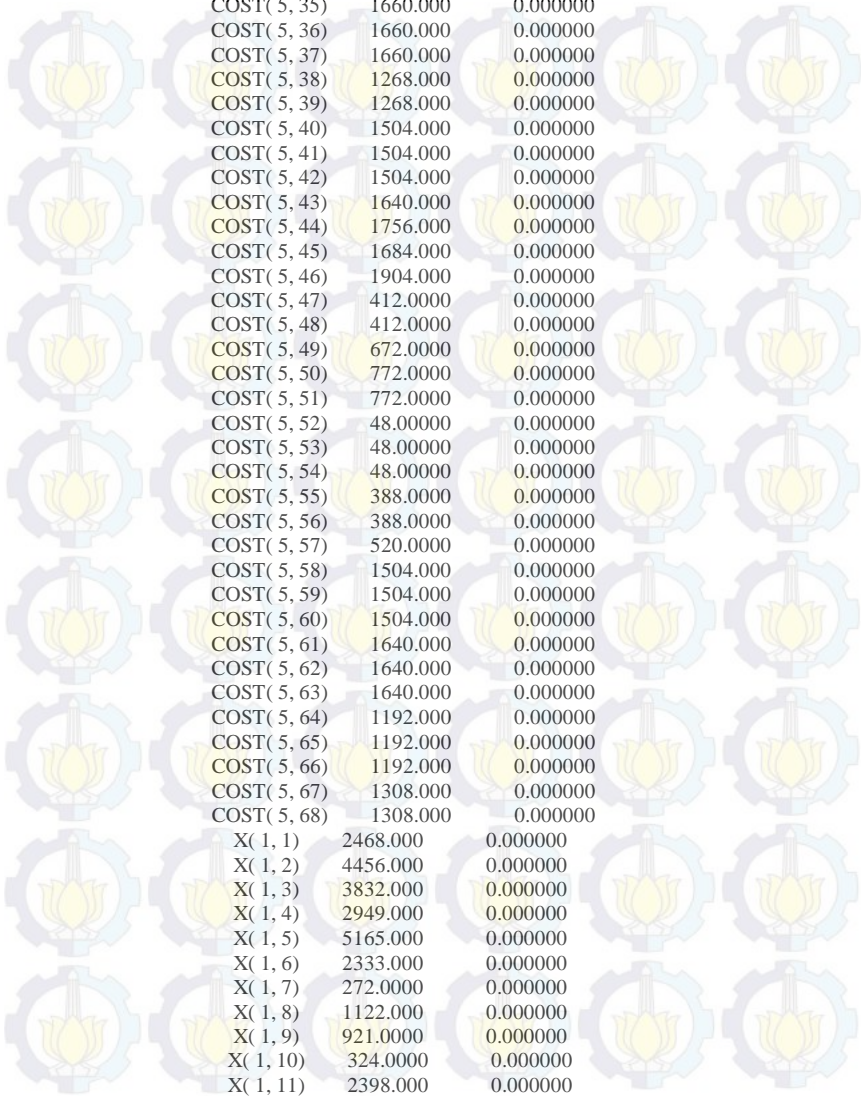
COST(1, 60)	940.0000	0.000000
COST(1, 61)	1116.000	0.000000
COST(1, 62)	1116.000	0.000000
COST(1, 63)	1116.000	0.000000
COST(1, 64)	620.0000	0.000000
COST(1, 65)	620.0000	0.000000
COST(1, 66)	620.0000	0.000000
COST(1, 67)	740.0000	0.000000
COST(1, 68)	740.0000	0.000000
COST(2, 1)	112.0000	0.000000
COST(2, 2)	112.0000	0.000000
COST(2, 3)	112.0000	0.000000
COST(2, 4)	164.0000	0.000000
COST(2, 5)	164.0000	0.000000
COST(2, 6)	164.0000	0.000000
COST(2, 7)	272.0000	0.000000
COST(2, 8)	272.0000	0.000000
COST(2, 9)	272.0000	0.000000
COST(2, 10)	32.00000	0.000000
COST(2, 11)	32.00000	0.000000
COST(2, 12)	32.00000	0.000000
COST(2, 13)	400.0000	0.000000
COST(2, 14)	400.0000	0.000000
COST(2, 15)	400.0000	0.000000
COST(2, 16)	316.0000	0.000000
COST(2, 17)	316.0000	0.000000
COST(2, 18)	376.0000	0.000000
COST(2, 19)	376.0000	0.000000
COST(2, 20)	376.0000	0.000000
COST(2, 21)	488.0000	0.000000
COST(2, 22)	488.0000	0.000000
COST(2, 23)	488.0000	0.000000
COST(2, 24)	112.0000	0.000000
COST(2, 25)	112.0000	0.000000
COST(2, 26)	112.0000	0.000000
COST(2, 27)	508.0000	0.000000
COST(2, 28)	508.0000	0.000000
COST(2, 29)	508.0000	0.000000
COST(2, 30)	604.0000	0.000000
COST(2, 31)	604.0000	0.000000
COST(2, 32)	604.0000	0.000000
COST(2, 33)	636.0000	0.000000
COST(2, 34)	636.0000	0.000000
COST(2, 35)	764.0000	0.000000
COST(2, 36)	764.0000	0.000000
COST(2, 37)	764.0000	0.000000
COST(2, 38)	408.0000	0.000000
COST(2, 39)	408.0000	0.000000
COST(2, 40)	568.0000	0.000000

COST(2, 41)	568.0000	0.000000
COST(2, 42)	568.0000	0.000000
COST(2, 43)	768.0000	0.000000
COST(2, 44)	856.0000	0.000000
COST(2, 45)	672.0000	0.000000
COST(2, 46)	1124.0000	0.000000
COST(2, 47)	860.0000	0.000000
COST(2, 48)	860.0000	0.000000
COST(2, 49)	656.0000	0.000000
COST(2, 50)	468.0000	0.000000
COST(2, 51)	468.0000	0.000000
COST(2, 52)	1236.0000	0.000000
COST(2, 53)	1236.0000	0.000000
COST(2, 54)	1236.0000	0.000000
COST(2, 55)	860.0000	0.000000
COST(2, 56)	860.0000	0.000000
COST(2, 57)	988.0000	0.000000
COST(2, 58)	452.0000	0.000000
COST(2, 59)	452.0000	0.000000
COST(2, 60)	452.0000	0.000000
COST(2, 61)	628.0000	0.000000
COST(2, 62)	628.0000	0.000000
COST(2, 63)	628.0000	0.000000
COST(2, 64)	132.0000	0.000000
COST(2, 65)	132.0000	0.000000
COST(2, 66)	132.0000	0.000000
COST(2, 67)	252.0000	0.000000
COST(2, 68)	252.0000	0.000000
COST(3, 1)	112.0000	0.000000
COST(3, 2)	112.0000	0.000000
COST(3, 3)	112.0000	0.000000
COST(3, 4)	164.0000	0.000000
COST(3, 5)	164.0000	0.000000
COST(3, 6)	164.0000	0.000000
COST(3, 7)	272.0000	0.000000
COST(3, 8)	272.0000	0.000000
COST(3, 9)	272.0000	0.000000
COST(3, 10)	32.00000	0.000000
COST(3, 11)	32.00000	0.000000
COST(3, 12)	32.00000	0.000000
COST(3, 13)	400.0000	0.000000
COST(3, 14)	400.0000	0.000000
COST(3, 15)	400.0000	0.000000
COST(3, 16)	316.0000	0.000000
COST(3, 17)	316.0000	0.000000
COST(3, 18)	376.0000	0.000000
COST(3, 19)	376.0000	0.000000
COST(3, 20)	376.0000	0.000000
COST(3, 21)	488.0000	0.000000

COST(3, 22)	488.0000	0.000000
COST(3, 23)	488.0000	0.000000
COST(3, 24)	112.0000	0.000000
COST(3, 25)	112.0000	0.000000
COST(3, 26)	112.0000	0.000000
COST(3, 27)	508.0000	0.000000
COST(3, 28)	508.0000	0.000000
COST(3, 29)	508.0000	0.000000
COST(3, 30)	604.0000	0.000000
COST(3, 31)	604.0000	0.000000
COST(3, 32)	604.0000	0.000000
COST(3, 33)	636.0000	0.000000
COST(3, 34)	636.0000	0.000000
COST(3, 35)	764.0000	0.000000
COST(3, 36)	764.0000	0.000000
COST(3, 37)	764.0000	0.000000
COST(3, 38)	408.0000	0.000000
COST(3, 39)	408.0000	0.000000
COST(3, 40)	568.0000	0.000000
COST(3, 41)	568.0000	0.000000
COST(3, 42)	568.0000	0.000000
COST(3, 43)	768.0000	0.000000
COST(3, 44)	856.0000	0.000000
COST(3, 45)	672.0000	0.000000
COST(3, 46)	1124.000	0.000000
COST(3, 47)	860.0000	0.000000
COST(3, 48)	860.0000	0.000000
COST(3, 49)	656.0000	0.000000
COST(3, 50)	468.0000	0.000000
COST(3, 51)	468.0000	0.000000
COST(3, 52)	1236.000	0.000000
COST(3, 53)	1236.000	0.000000
COST(3, 54)	1236.000	0.000000
COST(3, 55)	860.0000	0.000000
COST(3, 56)	860.0000	0.000000
COST(3, 57)	988.0000	0.000000
COST(3, 58)	452.0000	0.000000
COST(3, 59)	452.0000	0.000000
COST(3, 60)	452.0000	0.000000
COST(3, 61)	628.0000	0.000000
COST(3, 62)	628.0000	0.000000
COST(3, 63)	628.0000	0.000000
COST(3, 64)	132.0000	0.000000
COST(3, 65)	132.0000	0.000000
COST(3, 66)	132.0000	0.000000
COST(3, 67)	252.0000	0.000000
COST(3, 68)	252.0000	0.000000
COST(4, 1)	1164.000	0.000000
COST(4, 2)	1164.000	0.000000

COST(4, 3)	1164.000	0.000000
COST(4, 4)	1112.000	0.000000
COST(4, 5)	1112.000	0.000000
COST(4, 6)	1112.000	0.000000
COST(4, 7)	1176.000	0.000000
COST(4, 8)	1176.000	0.000000
COST(4, 9)	1176.000	0.000000
COST(4, 10)	1236.000	0.000000
COST(4, 11)	1236.000	0.000000
COST(4, 12)	1236.000	0.000000
COST(4, 13)	1128.000	0.000000
COST(4, 14)	1128.000	0.000000
COST(4, 15)	1128.000	0.000000
COST(4, 16)	916.0000	0.000000
COST(4, 17)	916.0000	0.000000
COST(4, 18)	1592.000	0.000000
COST(4, 19)	1592.000	0.000000
COST(4, 20)	1592.000	0.000000
COST(4, 21)	1712.000	0.000000
COST(4, 22)	1712.000	0.000000
COST(4, 23)	1712.000	0.000000
COST(4, 24)	1336.000	0.000000
COST(4, 25)	1336.000	0.000000
COST(4, 26)	1336.000	0.000000
COST(4, 27)	1440.000	0.000000
COST(4, 28)	1440.000	0.000000
COST(4, 29)	1440.000	0.000000
COST(4, 30)	1352.000	0.000000
COST(4, 31)	1352.000	0.000000
COST(4, 32)	1352.000	0.000000
COST(4, 33)	1564.000	0.000000
COST(4, 34)	1564.000	0.000000
COST(4, 35)	1660.000	0.000000
COST(4, 36)	1660.000	0.000000
COST(4, 37)	1660.000	0.000000
COST(4, 38)	1268.000	0.000000
COST(4, 39)	1268.000	0.000000
COST(4, 40)	1504.000	0.000000
COST(4, 41)	1504.000	0.000000
COST(4, 42)	1504.000	0.000000
COST(4, 43)	1640.000	0.000000
COST(4, 44)	1756.000	0.000000
COST(4, 45)	1684.000	0.000000
COST(4, 46)	1904.000	0.000000
COST(4, 47)	412.0000	0.000000
COST(4, 48)	412.0000	0.000000
COST(4, 49)	672.0000	0.000000
COST(4, 50)	772.0000	0.000000
COST(4, 51)	772.0000	0.000000

COST(4, 52)	48.00000	0.000000
COST(4, 53)	48.00000	0.000000
COST(4, 54)	48.00000	0.000000
COST(4, 55)	388.0000	0.000000
COST(4, 56)	388.0000	0.000000
COST(4, 57)	520.0000	0.000000
COST(4, 58)	1504.000	0.000000
COST(4, 59)	1504.000	0.000000
COST(4, 60)	1504.000	0.000000
COST(4, 61)	1640.000	0.000000
COST(4, 62)	1640.000	0.000000
COST(4, 63)	1640.000	0.000000
COST(4, 64)	1192.000	0.000000
COST(4, 65)	1192.000	0.000000
COST(4, 66)	1192.000	0.000000
COST(4, 67)	1308.000	0.000000
COST(4, 68)	1308.000	0.000000
COST(5, 1)	1164.000	0.000000
COST(5, 2)	1164.000	0.000000
COST(5, 3)	1164.000	0.000000
COST(5, 4)	1112.000	0.000000
COST(5, 5)	1112.000	0.000000
COST(5, 6)	1112.000	0.000000
COST(5, 7)	1176.000	0.000000
COST(5, 8)	1176.000	0.000000
COST(5, 9)	1176.000	0.000000
COST(5, 10)	1236.000	0.000000
COST(5, 11)	1236.000	0.000000
COST(5, 12)	1236.000	0.000000
COST(5, 13)	1128.000	0.000000
COST(5, 14)	1128.000	0.000000
COST(5, 15)	1128.000	0.000000
COST(5, 16)	916.0000	0.000000
COST(5, 17)	916.0000	0.000000
COST(5, 18)	1592.000	0.000000
COST(5, 19)	1592.000	0.000000
COST(5, 20)	1592.000	0.000000
COST(5, 21)	1712.000	0.000000
COST(5, 22)	1712.000	0.000000
COST(5, 23)	1712.000	0.000000
COST(5, 24)	1336.000	0.000000
COST(5, 25)	1336.000	0.000000
COST(5, 26)	1336.000	0.000000
COST(5, 27)	1440.000	0.000000
COST(5, 28)	1440.000	0.000000
COST(5, 29)	1440.000	0.000000
COST(5, 30)	1352.000	0.000000
COST(5, 31)	1352.000	0.000000
COST(5, 32)	1352.000	0.000000



COST(5, 33)	1564.000	0.000000
COST(5, 34)	1564.000	0.000000
COST(5, 35)	1660.000	0.000000
COST(5, 36)	1660.000	0.000000
COST(5, 37)	1660.000	0.000000
COST(5, 38)	1268.000	0.000000
COST(5, 39)	1268.000	0.000000
COST(5, 40)	1504.000	0.000000
COST(5, 41)	1504.000	0.000000
COST(5, 42)	1504.000	0.000000
COST(5, 43)	1640.000	0.000000
COST(5, 44)	1756.000	0.000000
COST(5, 45)	1684.000	0.000000
COST(5, 46)	1904.000	0.000000
COST(5, 47)	412.0000	0.000000
COST(5, 48)	412.0000	0.000000
COST(5, 49)	672.0000	0.000000
COST(5, 50)	772.0000	0.000000
COST(5, 51)	772.0000	0.000000
COST(5, 52)	48.00000	0.000000
COST(5, 53)	48.00000	0.000000
COST(5, 54)	48.00000	0.000000
COST(5, 55)	388.0000	0.000000
COST(5, 56)	388.0000	0.000000
COST(5, 57)	520.0000	0.000000
COST(5, 58)	1504.000	0.000000
COST(5, 59)	1504.000	0.000000
COST(5, 60)	1504.000	0.000000
COST(5, 61)	1640.000	0.000000
COST(5, 62)	1640.000	0.000000
COST(5, 63)	1640.000	0.000000
COST(5, 64)	1192.000	0.000000
COST(5, 65)	1192.000	0.000000
COST(5, 66)	1192.000	0.000000
COST(5, 67)	1308.000	0.000000
COST(5, 68)	1308.000	0.000000
X(1, 1)	2468.000	0.000000
X(1, 2)	4456.000	0.000000
X(1, 3)	3832.000	0.000000
X(1, 4)	2949.000	0.000000
X(1, 5)	5165.000	0.000000
X(1, 6)	2333.000	0.000000
X(1, 7)	272.0000	0.000000
X(1, 8)	1122.000	0.000000
X(1, 9)	921.0000	0.000000
X(1, 10)	324.0000	0.000000
X(1, 11)	2398.000	0.000000
X(1, 12)	1712.000	0.000000
X(1, 13)	332.0000	0.000000

X(1, 14)	11422.00	0.000000
X(1, 15)	2397.000	0.000000
X(1, 16)	69.00000	0.000000
X(1, 17)	0.000000	0.000000
X(1, 18)	1095.000	0.000000
X(1, 19)	1151.000	0.000000
X(1, 20)	3329.000	0.000000
X(1, 21)	918.0000	0.000000
X(1, 22)	1896.000	0.000000
X(1, 23)	580.0000	0.000000
X(1, 24)	1019.000	0.000000
X(1, 25)	1786.000	0.000000
X(1, 26)	4995.000	0.000000
X(1, 27)	0.000000	64.00000
X(1, 28)	0.000000	64.00000
X(1, 29)	0.000000	64.00000
X(1, 30)	0.000000	132.0000
X(1, 31)	0.000000	132.0000
X(1, 32)	0.000000	132.0000
X(1, 33)	0.000000	56.00000
X(1, 34)	0.000000	56.00000
X(1, 35)	0.000000	56.00000
X(1, 36)	0.000000	56.00000
X(1, 37)	0.000000	56.00000
X(1, 38)	4013.000	0.000000
X(1, 39)	1639.000	0.000000
X(1, 40)	1932.000	0.000000
X(1, 41)	868.0000	0.000000
X(1, 42)	306.0000	0.000000
X(1, 43)	134.0000	0.000000
X(1, 44)	0.000000	16.00000
X(1, 45)	335.0000	0.000000
X(1, 46)	3706.000	0.000000
X(1, 47)	1768.000	0.000000
X(1, 48)	0.000000	48.00000
X(1, 49)	2219.000	0.000000
X(1, 50)	2323.000	0.000000
X(1, 51)	843.0000	0.000000
X(1, 52)	0.000000	768.0000
X(1, 53)	0.000000	768.0000
X(1, 54)	0.000000	768.0000
X(1, 55)	0.000000	52.00000
X(1, 56)	0.000000	52.00000
X(1, 57)	1369.000	0.000000
X(1, 58)	0.000000	0.000000
X(1, 59)	0.000000	0.000000
X(1, 60)	0.000000	0.000000
X(1, 61)	2202.000	0.000000
X(1, 62)	863.0000	0.000000

X(1, 63)	1402.000	0.000000
X(1, 64)	2219.000	0.000000
X(1, 65)	2186.000	0.000000
X(1, 66)	0.000000	0.000000
X(1, 67)	0.000000	0.000000
X(1, 68)	2126.000	0.000000
X(2, 1)	0.000000	40.00000
X(2, 2)	0.000000	40.00000
X(2, 3)	0.000000	40.00000
X(2, 4)	0.000000	0.000000
X(2, 5)	0.000000	0.000000
X(2, 6)	0.000000	0.000000
X(2, 7)	0.000000	0.000000
X(2, 8)	0.000000	0.000000
X(2, 9)	0.000000	0.000000
X(2, 10)	0.000000	32.00000
X(2, 11)	0.000000	32.00000
X(2, 12)	0.000000	32.00000
X(2, 13)	0.000000	0.000000
X(2, 14)	0.000000	0.000000
X(2, 15)	0.000000	0.000000
X(2, 16)	3576.000	0.000000
X(2, 17)	1944.000	0.000000
X(2, 18)	0.000000	416.0000
X(2, 19)	0.000000	416.0000
X(2, 20)	0.000000	416.0000
X(2, 21)	0.000000	840.0000
X(2, 22)	0.000000	840.0000
X(2, 23)	0.000000	840.0000
X(2, 24)	0.000000	204.0000
X(2, 25)	0.000000	204.0000
X(2, 26)	0.000000	204.0000
X(2, 27)	3574.000	0.000000
X(2, 28)	764.0000	0.000000
X(2, 29)	1868.000	0.000000
X(2, 30)	2137.000	0.000000
X(2, 31)	769.0000	0.000000
X(2, 32)	2958.000	0.000000
X(2, 33)	2993.000	0.000000
X(2, 34)	210.0000	0.000000
X(2, 35)	0.000000	0.000000
X(2, 36)	366.0000	0.000000
X(2, 37)	522.0000	0.000000
X(2, 38)	0.000000	16.00000
X(2, 39)	0.000000	16.00000
X(2, 40)	0.000000	16.00000
X(2, 41)	0.000000	16.00000
X(2, 42)	0.000000	16.00000
X(2, 43)	0.000000	8.000000

X(2, 44)	111.0000	0.000000
X(2, 45)	0.000000	420.0000
X(2, 46)	0.000000	332.0000
X(2, 47)	0.000000	40.00000
X(2, 48)	0.000000	40.00000
X(2, 49)	0.000000	8.000000
X(2, 50)	0.000000	0.000000
X(2, 51)	0.000000	0.000000
X(2, 52)	0.000000	780.0000
X(2, 53)	0.000000	780.0000
X(2, 54)	0.000000	780.0000
X(2, 55)	0.000000	64.00000
X(2, 56)	0.000000	64.00000
X(2, 57)	0.000000	140.0000
X(2, 58)	2728.000	0.000000
X(2, 59)	4752.000	0.000000
X(2, 60)	3861.000	0.000000
X(2, 61)	0.000000	0.000000
X(2, 62)	0.000000	0.000000
X(2, 63)	0.000000	0.000000
X(2, 64)	0.000000	0.000000
X(2, 65)	0.000000	0.000000
X(2, 66)	2932.000	0.000000
X(2, 67)	281.0000	0.000000
X(2, 68)	0.000000	0.000000
X(3, 1)	0.000000	40.00000
X(3, 2)	0.000000	40.00000
X(3, 3)	0.000000	40.00000
X(3, 4)	0.000000	0.000000
X(3, 5)	0.000000	0.000000
X(3, 6)	0.000000	0.000000
X(3, 7)	0.000000	0.000000
X(3, 8)	0.000000	0.000000
X(3, 9)	0.000000	0.000000
X(3, 10)	0.000000	32.00000
X(3, 11)	0.000000	32.00000
X(3, 12)	0.000000	32.00000
X(3, 13)	0.000000	0.000000
X(3, 14)	0.000000	0.000000
X(3, 15)	0.000000	0.000000
X(3, 16)	0.000000	0.000000
X(3, 17)	0.000000	0.000000
X(3, 18)	0.000000	416.0000
X(3, 19)	0.000000	416.0000
X(3, 20)	0.000000	416.0000
X(3, 21)	0.000000	840.0000
X(3, 22)	0.000000	840.0000
X(3, 23)	0.000000	840.0000
X(3, 24)	0.000000	204.0000

X(3, 25)	0.000000	204.0000
X(3, 26)	0.000000	204.0000
X(3, 27)	0.000000	0.000000
X(3, 28)	0.000000	0.000000
X(3, 29)	0.000000	0.000000
X(3, 30)	0.000000	0.000000
X(3, 31)	0.000000	0.000000
X(3, 32)	0.000000	0.000000
X(3, 33)	0.000000	0.000000
X(3, 34)	1975.000	0.000000
X(3, 35)	1426.000	0.000000
X(3, 36)	0.000000	0.000000
X(3, 37)	0.000000	0.000000
X(3, 38)	0.000000	16.00000
X(3, 39)	0.000000	16.00000
X(3, 40)	0.000000	16.00000
X(3, 41)	0.000000	16.00000
X(3, 42)	0.000000	16.00000
X(3, 43)	0.000000	8.000000
X(3, 44)	0.000000	0.000000
X(3, 45)	0.000000	420.0000
X(3, 46)	0.000000	332.0000
X(3, 47)	0.000000	40.00000
X(3, 48)	0.000000	40.00000
X(3, 49)	0.000000	8.000000
X(3, 50)	0.000000	0.000000
X(3, 51)	0.000000	0.000000
X(3, 52)	0.000000	780.0000
X(3, 53)	0.000000	780.0000
X(3, 54)	0.000000	780.0000
X(3, 55)	0.000000	64.00000
X(3, 56)	0.000000	64.00000
X(3, 57)	0.000000	140.0000
X(3, 58)	0.000000	0.000000
X(3, 59)	0.000000	0.000000
X(3, 60)	0.000000	0.000000
X(3, 61)	0.000000	0.000000
X(3, 62)	0.000000	0.000000
X(3, 63)	0.000000	0.000000
X(3, 64)	0.000000	0.000000
X(3, 65)	0.000000	0.000000
X(3, 66)	0.000000	0.000000
X(3, 67)	0.000000	0.000000
X(3, 68)	0.000000	0.000000
X(4, 1)	0.000000	1500.000
X(4, 2)	0.000000	1500.000
X(4, 3)	0.000000	1500.000
X(4, 4)	0.000000	1356.000
X(4, 5)	0.000000	1356.000

X(4, 6)	0.000000	1356.000
X(4, 7)	0.000000	1312.000
X(4, 8)	0.000000	1312.000
X(4, 9)	0.000000	1312.000
X(4, 10)	0.000000	1644.000
X(4, 11)	0.000000	1644.000
X(4, 12)	0.000000	1644.000
X(4, 13)	0.000000	1136.000
X(4, 14)	0.000000	1136.000
X(4, 15)	0.000000	1136.000
X(4, 16)	0.000000	1008.000
X(4, 17)	0.000000	1008.000
X(4, 18)	0.000000	2040.000
X(4, 19)	0.000000	2040.000
X(4, 20)	0.000000	2040.000
X(4, 21)	0.000000	2472.000
X(4, 22)	0.000000	2472.000
X(4, 23)	0.000000	2472.000
X(4, 24)	0.000000	1836.000
X(4, 25)	0.000000	1836.000
X(4, 26)	0.000000	1836.000
X(4, 27)	0.000000	1340.000
X(4, 28)	0.000000	1340.000
X(4, 29)	0.000000	1340.000
X(4, 30)	0.000000	1156.000
X(4, 31)	0.000000	1156.000
X(4, 32)	0.000000	1156.000
X(4, 33)	0.000000	1336.000
X(4, 34)	0.000000	1336.000
X(4, 35)	0.000000	1304.000
X(4, 36)	0.000000	1304.000
X(4, 37)	0.000000	1304.000
X(4, 38)	0.000000	1284.000
X(4, 39)	0.000000	1284.000
X(4, 40)	0.000000	1360.000
X(4, 41)	0.000000	1360.000
X(4, 42)	0.000000	1360.000
X(4, 43)	0.000000	1288.000
X(4, 44)	0.000000	1308.000
X(4, 45)	0.000000	1840.000
X(4, 46)	0.000000	1520.000
X(4, 47)	0.000000	0.000000
X(4, 48)	404.0000	0.000000
X(4, 49)	0.000000	432.0000
X(4, 50)	0.000000	712.0000
X(4, 51)	0.000000	712.0000
X(4, 52)	0.000000	0.000000
X(4, 53)	1467.000	0.000000
X(4, 54)	1391.000	0.000000

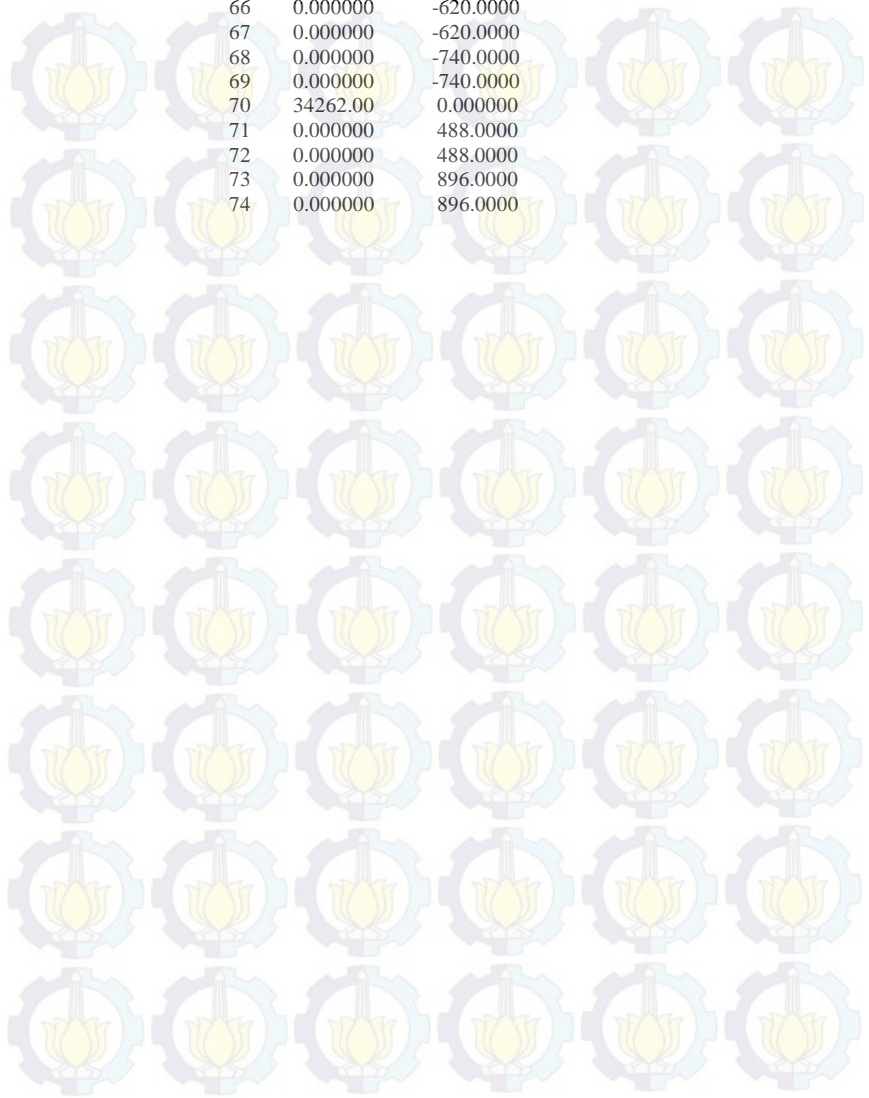
X(4, 55)	0.000000	0.000000
X(4, 56)	1026.000	0.000000
X(4, 57)	0.000000	80.00000
X(4, 58)	0.000000	1460.000
X(4, 59)	0.000000	1460.000
X(4, 60)	0.000000	1460.000
X(4, 61)	0.000000	1420.000
X(4, 62)	0.000000	1420.000
X(4, 63)	0.000000	1420.000
X(4, 64)	0.000000	1468.000
X(4, 65)	0.000000	1468.000
X(4, 66)	0.000000	1468.000
X(4, 67)	0.000000	1464.000
X(4, 68)	0.000000	1464.000
X(5, 1)	0.000000	1500.000
X(5, 2)	0.000000	1500.000
X(5, 3)	0.000000	1500.000
X(5, 4)	0.000000	1356.000
X(5, 5)	0.000000	1356.000
X(5, 6)	0.000000	1356.000
X(5, 7)	0.000000	1312.000
X(5, 8)	0.000000	1312.000
X(5, 9)	0.000000	1312.000
X(5, 10)	0.000000	1644.000
X(5, 11)	0.000000	1644.000
X(5, 12)	0.000000	1644.000
X(5, 13)	0.000000	1136.000
X(5, 14)	0.000000	1136.000
X(5, 15)	0.000000	1136.000
X(5, 16)	0.000000	1008.000
X(5, 17)	0.000000	1008.000
X(5, 18)	0.000000	2040.000
X(5, 19)	0.000000	2040.000
X(5, 20)	0.000000	2040.000
X(5, 21)	0.000000	2472.000
X(5, 22)	0.000000	2472.000
X(5, 23)	0.000000	2472.000
X(5, 24)	0.000000	1836.000
X(5, 25)	0.000000	1836.000
X(5, 26)	0.000000	1836.000
X(5, 27)	0.000000	1340.000
X(5, 28)	0.000000	1340.000
X(5, 29)	0.000000	1340.000
X(5, 30)	0.000000	1156.000
X(5, 31)	0.000000	1156.000
X(5, 32)	0.000000	1156.000
X(5, 33)	0.000000	1336.000
X(5, 34)	0.000000	1336.000
X(5, 35)	0.000000	1304.000

X(5, 36)	0.000000	1304.000
X(5, 37)	0.000000	1304.000
X(5, 38)	0.000000	1284.000
X(5, 39)	0.000000	1284.000
X(5, 40)	0.000000	1360.000
X(5, 41)	0.000000	1360.000
X(5, 42)	0.000000	1360.000
X(5, 43)	0.000000	1288.000
X(5, 44)	0.000000	1308.000
X(5, 45)	0.000000	1840.000
X(5, 46)	0.000000	1520.000
X(5, 47)	1611.000	0.000000
X(5, 48)	0.000000	0.000000
X(5, 49)	0.000000	432.0000
X(5, 50)	0.000000	712.0000
X(5, 51)	0.000000	712.0000
X(5, 52)	1338.000	0.000000
X(5, 53)	803.0000	0.000000
X(5, 54)	0.000000	0.000000
X(5, 55)	1044.000	0.000000
X(5, 56)	0.000000	0.000000
X(5, 57)	0.000000	80.00000
X(5, 58)	0.000000	1460.000
X(5, 59)	0.000000	1460.000
X(5, 60)	0.000000	1460.000
X(5, 61)	0.000000	1420.000
X(5, 62)	0.000000	1420.000
X(5, 63)	0.000000	1420.000
X(5, 64)	0.000000	1468.000
X(5, 65)	0.000000	1468.000
X(5, 66)	0.000000	1468.000
X(5, 67)	0.000000	1464.000
X(5, 68)	0.000000	1464.000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.8882108E+08	-1.000000
2	0.000000	-560.0000
3	0.000000	-560.0000
4	0.000000	-560.0000
5	0.000000	-652.0000
6	0.000000	-652.0000
7	0.000000	-652.0000
8	0.000000	-760.0000
9	0.000000	-760.0000
10	0.000000	-760.0000
11	0.000000	-488.0000
12	0.000000	-488.0000
13	0.000000	-488.0000
14	0.000000	-888.0000

	15	0.000000	-888.0000		
	16	0.000000	-888.0000		
	17	0.000000	-804.0000		
	18	0.000000	-804.0000		
	19	0.000000	-448.0000		
	20	0.000000	-448.0000		
	21	0.000000	-448.0000		
	22	0.000000	-136.0000		
	23	0.000000	-136.0000		
	24	0.000000	-136.0000		
	25	0.000000	-396.0000		
	26	0.000000	-396.0000		
	27	0.000000	-396.0000		
	28	0.000000	-996.0000		
	29	0.000000	-996.0000		
	30	0.000000	-996.0000		
	31	0.000000	-1092.0000		
	32	0.000000	-1092.0000		
	33	0.000000	-1092.0000		
	34	0.000000	-1124.0000		
	35	0.000000	-1124.0000		
	36	0.000000	-1252.0000		
	37	0.000000	-1252.0000		
	38	0.000000	-1252.0000		
	39	0.000000	-880.0000		
	40	0.000000	-880.0000		
	41	0.000000	-1040.0000		
	42	0.000000	-1040.0000		
	43	0.000000	-1040.0000		
	44	0.000000	-1248.0000		
	45	0.000000	-1344.0000		
	46	0.000000	-740.0000		
	47	0.000000	-1280.0000		
	48	0.000000	-1308.0000		
	49	0.000000	-1308.0000		
	50	0.000000	-1136.0000		
	51	0.000000	-956.0000		
	52	0.000000	-956.0000		
	53	0.000000	-944.0000		
	54	0.000000	-944.0000		
	55	0.000000	-944.0000		
	56	0.000000	-1284.0000		
	57	0.000000	-1284.0000		
	58	0.000000	-1336.0000		
	59	0.000000	-940.0000		
	60	0.000000	-940.0000		
	61	0.000000	-940.0000		
	62	0.000000	-1116.0000		
	63	0.000000	-1116.0000		

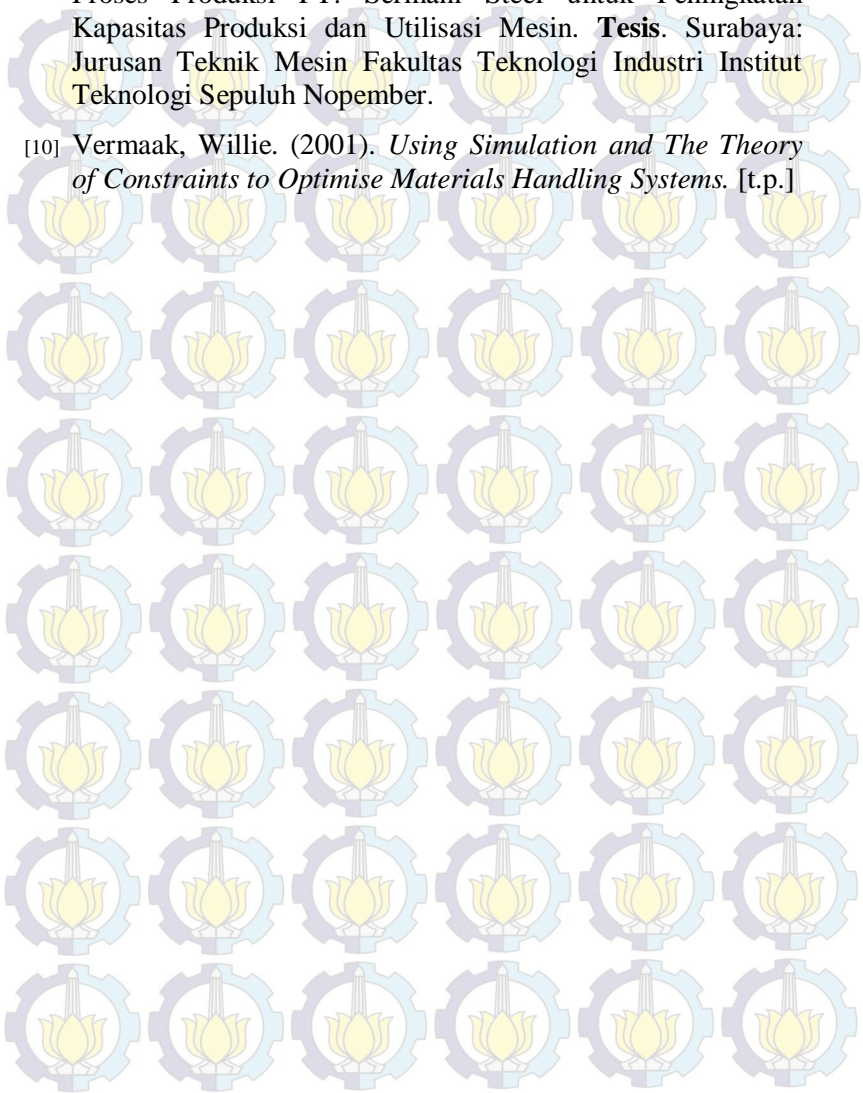
64	0.000000	-1116.000
65	0.000000	-620.0000
66	0.000000	-620.0000
67	0.000000	-620.0000
68	0.000000	-740.0000
69	0.000000	-740.0000
70	34262.00	0.000000
71	0.000000	488.0000
72	0.000000	488.0000
73	0.000000	896.0000
74	0.000000	896.0000



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyu Rosita Madasari. 2011. Analisis biaya distribusi dan transportasi untuk jaringan distribusi semen dengan adanya *packing plant* (PT. Semen Gresik (persero) Tbk., **Tugas Akhir** Teknik Industri ITS, Surabaya
- [2] Anggraini,D. 2011. Optimasi konfigurasi jaringan *supply chain* hulu gas *LPG 3 kg* di Indonesia, **Tugas Akhir** Teknik Industri ITS, Surabaya.
- [3] Septiyadi. 2014. Analisa dan permodelan periode kedatangan kapal dan kegiatan bongkar muatan menggunakan *coal unloader* untuk mempercepat waktu bongkar muatan batubara (studi kasus : pt pjb ubj o&m pltu paiton 9), **Tugas Akhir** Teknik Mesin ITS, Surabaya
- [4] Chung, Christoper A. (2004). **Simulation Modelling Handbook, A Practical Approach**. CRC Press.
- [5] A Copra, S. dan Meindl, P.,2001. *Supply chain management: strategy, planning, and Operation*, Prentice Hall, New Jersey
- [6] Kelton, W.D and Averill M.Law. (2000). **Simulation Modelling and Analysis**. Departement of Quantitative Analysis and Operation Management, University of Cincinnati, Cincinnati.
- [7] Sargent, R. G. 1998. *Verification and Validation of Simulation Models*. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference.
- [8] Pujawan, IN & Mahendrawati 2010, *supply chain management*, Guna Widya, Surabaya.

- [9] Sultan, Ahmad Zubair. (2007). *Pemodelan dan Simulasi Proses Produksi PT. Sermani Steel untuk Peningkatan Kapasitas Produksi dan Utilisasi Mesin*. **Tesis**. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] Vermaak, Willie. (2001). *Using Simulation and The Theory of Constraints to Optimise Materials Handling Systems*. [t.p.]



TENTANG PENULIS



Pandu Phintaru dilahirkan pada tanggal 30 Juli 1992 di Pekanbaru. Merupakan anak ketiga dari pasangan Afrizal Ali dan Murna Yanti. Penulis sejak kecil hidup dan besar di Kota Pekanbaru. Penulis memulai pendidikan dari bangku taman kanak kanak di TK Babussalam. Setelah berhasil lulus dari bangku taman kanak kanak, penulis melanjutkan pendidikan lanjut di SD Babussalam, kemudian di SMP Islam As-shofa, dan lalu melanjutkan pendidikan di SMA Dwiwarna Boarding School di Parung Kab.Bogor. Setelah lulus dari bangku sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan mengambil Jurusan Teknik Mesin.

Penulis mengambil bidang studi sistem manufaktur dengan Tugas Akhir spesifik pada arah simulasi dan permodelan. Semasa di bangku perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai bidang kegiatan perkuliahan seperti organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan. Organisasi Kemahasiswaan yang pernah diikuti oleh penulis adalah Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin FTI ITS sebagai staff hubungan luar (2011-2012). Kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan yang pernah diikuti penulis Antara lain sebagai Director of Promotion pada acara Mechanical City(2013) yang dilaksanakan pada Jatim Expo. Penulis dapat dihubungi melalui *email* berikut :

pandu.phintaru@gmail.com